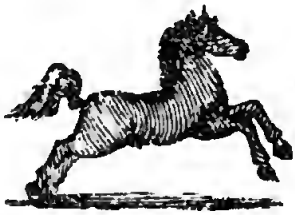
DO PIZZOFALCONE

10. A. 18
BIBLIOTECA PROVINCIALE



Armadio XXII
Palchetto
Num.° d' ordine 33

NAZIONALE
B. Prov.
I
2487
NAPOLI
VITT. EM. III

B. Prov.
I
2487

IBLIOTHEQUE
DE
PHYSIQUE,
ET
HISTOIRE NATURELLE.

09

IBLIOTHEQUE
DE
PHYSIQUE,
ET
'HISTOIRE NATURELLE,

ntenant la Physique générale, la Phy-
ique particuliere, la Méchanique,
a Chimie, l'Anatomie, la Botanique,
a Médecine, l'Hiſtoire naturelle des
nſectes, des Animaux & des Coquil-
ages :

TOME II.

A PARIS,
z la Veuve DAVID jeune, Quai des
Auguſtins, près le Pont S. Michel,
au Saint Eſprit.

M. DCC. LVIII.
ec Approbation & Privilege du Roi.

SUITE
DE LA PHYSIQUE GÉNÉRALE.

ARTICLE LXII.

Sur les Etincelles produites par le choc de l'acier contre un caillou.

NOUS connoiſſons aſſez la nature du fer, pour ſavoir qu'il contient beaucoup de matiere inflammable, & qu'il n'eſt ductile, qu'autant qu'il eſt pour ainſi dire imbibé d'une ſuffiſante quantité de cette matiere. Dès qu'elle lui a été enlevée, il devient caſſant,

friable : il eſt réduit en une eſpece de ſcorie analogue à une matiere vitrifiée ; mais ce qu'il eſt important de remarquer, c'eſt que cette matiere inflammable peut être aiſément enlevée au fer qui eſt chauffé dans un feu ouvert, c'eſt-à-dire, dans un feu autour duquel l'air extérieur a un libre accès. Dans un pareil feu on ne ſauroit rendre une barre de fer chaude au point où il eſt néceſſaire qu'elle le ſoit pour être ſoudée ou forgée aiſément, ſans réduire la couche extérieure de cette barre en une matiere caſſante, en ſcories. Les coups de marteau font tomber des écailles friables de tout fer qu'on forge, après qu'il a été chauffé. Les Ouvriers appellent ces écailles, & très-proprement, du fer brulé : car ce qui arrive à une groſſe bûche de bois miſe au feu, eſt une image exacte de ce qui arrive à une barre de fer expoſée pareillement à l'action du feu. La premiere couche de la bûche eſt réduite en cendre ; la ſuivante l'eſt en charbon, pendant que tout l'intérieur eſt bien bois. De même la premiere couche de la barre de fer eſt réduite en une matiere friable :

la ſuivante a encore de la ſoupleſſe, quoique rendue plus roide qu'elle n'étoit auparavant ; & tout l'intérieur eſt du fer non altéré.

De-là il ſuit, que plus la piéce de fer eſt mince, & plus promptement elle peut être brûlée, réduite en ſcories. Une lame de fer, qui n'auroit que l'épaiſſeur qu'ont enſemble les deux couches de la barre, qui ſe détachent en écailles après que le fer en a eu une chaude, ſeroit elle-même réduite en entier en ſcories dans une ſeule chaude. Enfin ſi le morceau de fer n'eſt qu'un grain d'une petiteſſe preſque imperceptible, il ne faudra qu'un inſtant pour le réduire en ſcories, que le tems néceſſaire pour le faire rougir ou blanchir ; comme il ne faut qu'un inſtant pour réduire en cendre une fibre de cette bûche, qui ne peut être conſumée par le feu qu'en pluſieurs heures.

Qu'il ne faille qu'un inſtant pour réduire un grain de fer ou d'acier en ſcories, c'eſt ce qui peut être prouvé par pluſieurs expériences ſimples, & entr'autres par celle-ci. On engagera la tête d'une aiguille dans un petit

morceau de bois, qui ſervira de manche pour la tenir. On mouillera un peu la pointe de cette aiguille, & on l'appliquera enſuite contre un grain de limaille d'acier extremement fin, qui y reſtera collé. On placera enſuite l'aiguille dans la flamme d'une bougie, de façon que ſa pointe, & environ le tiers de ſa longueur, en ſoient dehors: dans un tems très-court, la partie de l'aiguille qui eſt hors de la flamme, prendra couleur juſqu'à devenir rouge; & dès que la couleur ſera parvenue à la partie de l'aiguille où eſt le grain, ce grain lui-même deviendra rouge ou blanc. Dès qu'on le voit rouge, ou pour le mieux encore, dès qu'il a blanchi ou étincelé, on n'a qu'à retirer l'aiguille de la flamme de la bougie. Si on obſerve alors le petit grain, on lui trouvera à peu près ſa premiere figure; mais on le jugera plus gros, ſes arrêtes ſeront moins vives: il paroîtra tout ſouflé, comme l'eſt tout fer brûlé ou réduit en ſcories. Tel eſt auſſi ſon état. Qu'on faſſe tomber le grain ſur un papier blanc, qu'on l'y preſſe avec l'ongle ou avec quelqu'autre corps dur; on l'y mettra en

poudre plus aiſément qu'on n'y met un grain de charbon. Il eſt devenu parfaitement friable.

Il eſt donc certain qu'il ne faut qu'un inſtant pour allumer la matiere inflammable d'un grain de fer extrêmement petit; & qu'il ne faut qu'un inſtant pour que la portion de cette matiere qui lui donnoit de la ductilité, lui ſoit enlevée. Or dès que le coup d'un morceau d'acier contre un caillou embraſe les petits grains d'acier qu'il détache, il n'eſt donc plus ſurprenant que ces petits grains ſoient réduits en ſcories pendant le tems de leur chûte: tout court qu'il eſt, ſi le choc d'un morceau de bois contre un caillou détachoit & allumoit des ſilamens de bois, on ne ſeroit pas étonné que ces ſilamens fuſſent réduits en cendre avant que d'être tombés à terre. Ce n'eſt pas trop dire, quelque paradoxe que puiſſe paroître la propoſition, que la matiere inflammable du fer peut être allumée & conſumée auſſi vîte que celle du bois, lorſque le feu eſt réduit en fragmens extrêmement petits. Ce n'eſt que lorſque le fer eſt en groſſe maſſe, qu'il eſt

difficile à brûler, comme l'eſt en pareil cas un bloc d'un bois compact.

Nous prouverons mieux encore, combien la matiere inflammable du fer peut être allumée & conſumée promptement, & qu'elle l'eſt au moins auſſi promptement en certaines circonſtances, que celle du bois ou du charbon, en achevant d'expliquer la derniere particularité de notre phénomene. Les grains d'acier, qui ont été détachés & allumés par le choc du caillou, ne ſont pas ſimplement réduits en ſcories, comme les grains qui ont été chauffés au bout de l'aiguille & en dehors de la flamme; ils ont été rendus liquides juſqu'à un certain point, & aſſez pour pouvoir, en tombant, prendre une figure arrondie, comme celle d'une boule, ou d'une boule allongée. Si les grains qui ſont chauffés au bout de l'aiguille, ne deviennent pas auſſi liquides que ceux qui ſont détachés par le caillou, c'eſt que, quoiqu'ils ſoient chauffés dans un tems aſſez court, ils le ſont plus ſucceſſivement & lentement en comparaiſon des autres. Ce n'eſt qu'au moyen de la matiere inflammable que

e fer peut être rendu liquide : ſi toute elle qu'a chacun des grains, de l'aſſemlage deſquels une très-groſſe maſſe e ce métal eſt compoſée, pouvoit tre enflammée ſur le champ, les plus roſſes maſſes de fer pourroient être ıſibles ; & ce qui fait qu'on ne peut ırvenir à fondre, à rendre fluides de oſſes maſſes de fer dans un feu ou-rt, c'eſt que les grains les plus proıes de la ſurface ſont brûlés, avant ıe ceux qui en ſont un peu éloignés ient allumés. Mais un grain de fer trêmement petit peut être échauf-dans un inſtant juſqu'au centre. La atiere inflammable qui y eſt placée, ut être allumée preſqu'auſſi-tôt que le qui eſt auprès de la ſurface, & ant que celle-ci ait eu le tems d'être ıſumée. Alors le grain contient la antité de matiere inflammable & lammée, qui ſuffit pour lui don-de la fluidité.

Il eſt même à remarquer, que les ins qui ont été réduits en ſcories bout de l'aiguille, & que toutes écailles qui ſe détachent du fer uffé à la forge ; que tous ces grains, -je, & ces écailles, s'ils n'ont pas

été fondus parfaitement, ont été près de l'être : leurs arrêtes ont été abbatues & arrondies ; enfin le fer s'eſt gonflé. Cette derniere circonſtance mérite d'être remarquée : elle prouve que la matiere ſulfureuſe s'allume dans l'intérieur du fer avec une eſpece de détonation, qu'elle écarte les parties qui l'empêchent de s'échapper aſſez ſubitement ; & de-là vient que les globules, qui ont été détachés de l'acier par le caillou, ſont creux, ou du moins ſpongieux intérieurement. Les écailles que les coups de marteau font tomber d'une barre de fer chauffée à pluſieurs repriſes, ont un volume qui ſurpaſſe de beaucoup celui de la barre.

Mais pour ſe convaincre de la grande facilité & de la ſoudaineté avec laquelle la matiere inflammable du fer ou de l'acier s'allume, on n'a qu'à ſe rappeller l'expérience ſi connue de la limaille d'acier jettée dans la flamme d'une bougie. On ſait qu'il ne faut à cette limaille, que le tems de paſſer au travers de la flamme d'une bougie pour s'y embraſer, pour étinceler & fulminer en quelque ſorte. Dans une

grande quantité de grains qu'on jette au travers de la flamme, il n'y en a pourtant que quelques-uns ſur leſquels la flamme ait aſſez de priſe, il n'y en a que quelques-uns qui ſoient ſuffiſamment embraſés. J'ai cherché, dit l'ingénieux Obſervateur, à ramaſſer de ceux-ci, pour ſavoir ſi dans le tems de leur paſſage, auſſi court que celui de la chûte des étincelles de l'acier frappé contre un caillou, ils ne s'étoient pas convertis en ſcories, & s'ils n'avoient pas une figure globuleuſe : la direction verticale de la flamme, & la quantité des grains ſur leſquels elle n'a pas agi ſuffiſamment, font que les grains globuleux ſont difficiles à recevoir ſur un papier & à trouver ; mais il y a une maniere aiſée de les avoir. En ſoufflant dans un chalumeau, on donne une direction horiſontale à la flamme d'une lampe : ſur cette flamme pouſſée très-doucement, j'ai fait tomber quelques grains de limaille d'acier ; la flamme qui les faiſoit étinceler, les dardoit ſur un papier diſpoſé pour les recevoir. Je les ai obſervés avec une loupe forte ; & j'ai vû que le plus grand nombre des

grains, principalement des petits grains, avoient une figure ſphérique; que la plupart étoient des boules, comme les petits grains d'acier détachés par le caillou. Les grains qui avoient paſſé au travers de la flamme de la lampe, avoient été embraſés plus ſubitement, que ceux qui étoient au bout de l'aiguille & hors de la flamme; auſſi avoient-ils eu la quantité de matiere inflammable néceſſaire pour leur donner de la fluidité.

Quand on veut rendre liquides des morceaux de fer ou d'acier un peu gros, quand on veut les fondre, il faut les mêler avec des ſubſtances propres à leur fournir de quoi réparer avec uſure ce que le feu leur enleve de matiere inflammable: au moyen du ſouffre commun, de l'orpiment, de l'antimoine, de l'arſenic, on parvient ſans peine à rendre le fer coulant.

L'Auteur dit qu'il eſt venu à bout de faire une eſpece de nouveau Phoſphore de fer. Voici la compoſition de ce Phoſphore; ce qui fera connoître pourquoi l'acier donne plus d'étincelles que le fer. M. de Reaumur fit fon-

dre de l'antimoine dans un creuſet, & jetta peu à peu dans cet antimoine fondu le double de ſon poids de fer réduit en feuilles minces : c'étoient des rognures de feuilles propres à être étamées, & qui ne l'avoient pas été, de ces feuilles, que les Ouvriers appellent du fer noir, par oppoſition au fer rendu blanc par l'étain qui s'y eſt attaché. Cette quantité de fer fut très-bien fondue au moyen de l'antimoine. Le mêlange des deux matieres devint un tout très-fluide : il fut jetté dans un moule propre à donner une figure cylindrique au lingot. Quand ce lingot fut refroidi & tiré du moule, on le ſerra dans un étaut, & on lui donna quelques coups d'une groſſe lime. La lime agiſſoit avec ſuccès ſur le lingot ; mais ce qui ſurprit l'Auteur, c'eſt que les grains de limaille qui s'étoient détachés, étoient tous des étincelles : chaque coup de lime ſur ce lingot en faiſoit ſortir une gerbe d'étincelles, & une gerbe d'autant mieux fournie, que le coup avoit emporté plus de grains de limaille.

Au reſte les grains qu'une groſſe

lime détache d'un lingot de métal ſur lequel elle mord aſſez aiſément, doivent être beaucoup plus gros que ceux qui ſont détachés par le fuſil battu contre un caillou. Les étincelles données par notre Phoſphore de fer, ſont auſſi beaucoup plus groſſes que celles que le caillou détache de l'acier.

Les parcelles que la lime emporte de cette eſpece de fer, ſont parfaitement fondues; auſſi ſont-elles bien plus chargées de matiere fulfureuſe, que celles que le caillou détache de l'acier.

Si l'on a envie d'avoir un prodigieux nombre de globules bien arrondis, & bien luiſans, on limera doucement le Phoſphore de fer; en y allant doucement, & en ſe ſervant d'une lime fine, on peut en détacher de la poudre ſans l'enflammer: qu'on jette enſuite cette poudre ſur la flamme d'une lampe dirigée horiſontalement, le papier qui recevra les étincelles dardées par cette flamme, ſera dans un inſtant rempli d'un millier de petits globules, bien ronds & bien polis.

Mais pourquoi l'acier frappé con-

tre un caillou donne-t-il plus d'étincelles, que du fer frappé avec la même force contre le même caillou ?

La différence de dureté en fourniroit ſeule une cauſe : l'acier lui-même non trempé, ne ſeroit pas frappé avec autant de ſuccès que l'acier trempé. Le feu eſt allumé par le coup : plus le coup eſt ſubtil, & ce qui contribue à le rendre tel, plus le corps qui le donne eſt dur, & plus le mouvement imprimé aux parties détachées eſt propre à les embraſer. Mais à dureté égale, l'acier a encore ſur le fer un avantage de celui qu'a notre fer allié à l'antimoine ſur le fer ordinaire : il a plus de matiere inflammable, & plus également diſtribuée. Il peut donc tre plus ſubitement, plus également & plus intimément embraſé.

On peut même ſoupçonner avec beaucoup de vraiſemblance, que le caillou ne contribue pas ſeulement ar ſa dureté à la production des étinlles ; qu'il contribue de plus à les ettre en fuſion, par le ſoufre que le oc l'oblige de fournir. L'odeur de ufre que la caſſure de tout caillou t ſentir, l'odeur de ſoufre encore

plus forte, que l'on trouve lorſqu'on approche du nez les endroits de deux cailloux qui ont été frappés l'un contre l'autre, eſt très-favorable à cette idée. On peut de-même penſer que dans le choc de deux aciers l'un contre l'autre, les grains devenus étincelles, ſont pénétrés du ſoufre que le choc a fait ſortir des parties des environs.

Il ſemble y avoir une maniere de décider, ſi le caillou contribue par ſon ſoufre à la fuſion des étincelles. Le fer frappé contre du verre donne auſſi des étincelles; il ne s'agit que d'examiner ſi ces dernieres ſont globuleuſes, ou ſi elles ſont ſeulement des ſcories de figure irréguliere: M. de Réaumur n'en a trouvé que de ces dernieres. Le criſtal de roche & des cailloux auſſi blancs que le plus beau criſtal, battus par un fuſil d'acier, jettent beaucoup d'étincelles, qui ſont bien ſphériques.

Réſumons à préſent tout ce que nous avons dit. Le fer & l'acier ſont pénétrés d'une matiere inflammable à laquelle ils doivent leur ductilité; dès qu'ils l'ont perdue, ils deviennent

friables, ils ſont réduits en ſcories. Il ne faut qu'un inſtant pour allumer la matiere inflammable des grains de fer & d'acier très-petits, peut-être moins ou auſſi peu de tems qu'il en faut pour allumer des grains de ſcieure de bois. Si la matiere inflammable d'un petit grain d'acier eſt allumée aſſez ſubitement, ſi elle eſt allumée preſqu'à la fois, elle ſuffit pour mettre le grain en fuſion. Les petits grains d'acier détachés par le caillou, ſont ainſi embraſés ſoudainement. Le caillou lui-même aide peut-être, par la matiere ſulfureuſe qu'il fournit dans l'inſtant du choc, à celle qui eſt propre au grain d'acier : ce grain rendu liquide s'arrondit pendant ſa chute ; il devient une petite boule, mais une boule creuſe ou ſpongieuſe & de matiere friable, parce que ſa matiere huileuſe ou inflammable a été brûlée, & brûlée avec éruption. Ce tems ſuffit pour brûler celle d'un grain qui eſt dans l'air libre. Enfin l'acier plus dur que le fer, imbibé d'une plus grande quantité de matiere inflammable & mieux diſtribuée, doit donner plus d'étincelles lorſqu'il eſt frappé contre

un caillou, que le fer n'en donne. Le fer & l'acier étant bien connus, il n'eſt donc pas plus ſingulier que les petits grains de l'un & de l'autre ſoient ſubitement fondus & réduits en ſcories friables, qu'il l'eſt que les grains fins de ſcieure de bois qu'on fait paſſer au travers de la flamme d'une lampe, ſoient convertis en cendre ou en charbon pendant le tems de leur chute. Les grains de différentes eſpéces de bois nous donnent même une image des différences, qui ſe peuvent trouver entre les grains de fer & ceux d'acier.

Par M. de Reaumur, Mémoires de l'Académie des Sciences pour l'année 1736. page 391.

ARTICLE

ARTICLE LXIII.

Sur l'embraſement des Corps combuſtibles, ſur la Flamme & ſur la Fumée, ſur les Lampes perpétuelles, ſur l'extinction du Feu, ſur les Cendres & ſur les Eaux fortes.

L'Embraſement des corps combuſtibles, ſelon le P. Caſal Jéſuite, Auteur de ces Diſſertations, conſiſte dans une chaleur exceſſive, qui diſſout & conſume les parties dont ces corps ſont compoſés; & comme il prétend qu'il y a dans les corps naturels ſix élémens ou ſix principes, ſçavoir, les eſprits, les ſels & les ſoufres, qui ſont des principes actifs, l'eau, la terre & l'eſprit froid, qui ſont des principes paſſifs, il attribue aux trois premiers cette chaleur violente. Pour en convaincre le lecteur, il examine les trois différentes manieres dont le feu s'allume dans les matieres qui en ſont ſuſceptibles; ſavoir, 1°. La fermenta-

tion. 2°. L'approche d'un corps déjà embraſé. 3°. Le frottement de certain bois l'un contre l'autre, ou le choc de deux cailloux ; & il entreprend de faire voir qu'il n'y en a aucune où l'activité des ſels, des ſouffres & des eſprits, ne ſoit la cauſe du feu qui s'allume.

En effet, quant à celui qui ſe produit de cette derniere façon, comme par exemple, par le frottement de deux bâtons de laurier, ou de meurier ou de lierre, il ſoutient que cela vient uniquement de ce que ce frottement briſant quelques-unes des parties extérieures de ces bois qui ſont friables, ouvre la porte aux eſprits, aux ſels & aux ſoufres qui y étoient renfermés, & qui étant en liberté, agiſſent de toutes leurs forces contre les autres parties qui ſont proches. Après cela il eſt aiſé de comprendre, qu'il doit arriver à peu près la même choſe dans la ſeconde maniere, qui eſt la plus ordinaire. Car la violente agitation de ces eſprits, de ces ſels & de ces ſoufres, ne leur pouvant permettre de demeurer tous dans le corps déjà embraſé, il eſt clair que s'il y en

à tout auprès quelqu'autre qui ſoit propre à les recevoir, ils ne manqueront pas d'y entrer en foule, d'en ébranler les parties, de tirer de priſon leurs ſemblables qui s'y trouvoient retenus; & que renforcés de ce nouveau ſecours, ils ne ceſſeront point d'agiter violemment ce corps, juſqu'à ce qu'ils en ayent détaché toutes les parties, & qu'ils en ayent ruiné toute la contexture & tout l'aſſemblage. Mais comme cela dépend de la diſpoſition des pores des corps, il n'eſt pas moins évident que ſi leur contexture n'eſt pas propre à donner entrée aux corpuſcules ignées ' on auroit beau les expoſer au feu : ils n'en ſauroient être endommagés ; & c'eſt par cette raiſon, ſelon notre Auteur, que le feu ne peut agir ſur cette pierre merveilleuſe qu'on appelle *Alun de plume*, pierre que l'on file, & dont on fait de la toile qui ne peut brûler : que ſi ce lin inextinguible dont on a tant parlé n'étoit pas une chimere, ce ſeroit par la même cauſe qu'il ſeroit incombuſtible. En un mot c'eſt de-là que vient, que tous les corps qui ont beaucoup de ſel fixe & beaucoup de

terre, & au contraire peu de ſoufre mêlé avec l'humeur qui unit leurs parties, réſiſtent ſi bien au feu. Enfin pour ce qui eſt de la fermentation qui eſt, par exemple, la maniere dont le foin qui n'eſt pas bien ſec s'embraſe, il prétend qu'on n'en doit chercher la cauſe que dans la violente agitation des ſoufres & des eſprits qui y ſont retenus, & qui venant à ſe détacher à meſure que l'humeur ſuperflue détrempe les ſels, ne peuvent manquer d'y cauſer une grande effervescence. En effet l'exemple de pluſieurs compoſitions qu'on allume en crachant deſſus, ou en y jettant un peu d'eau, fait voir clairement que c'eſt cette déſunion des ſels d'avec ces autres parties, qui leur donnant le moyen de s'échapper de leurs liens, & de faire librement leur ravage, cauſe ces ſortes d'embraſemens. Paſſons à la flamme & à la fumée.

Notre Auteur prétend que la flamme n'eſt autre choſe qu'un amas de parties ſulfurées, qui ſortant en foule du corps embraſé comme un torrent impétueux, entraînent avec elles d'autres parties aqueuſes mêlées avec les

terreſtres, qui rendent la flamme viſible. Pour la fumée, elle n'eſt autre choſe qu'une exhalaiſon qui ſe peut enflammer ; & il n'y a point d'autre différence entre la fumée & la flamme, ſinon que celle-là a moins de parties ſulfurées, & qu'elles y ſont dans une moindre agitation, mais qu'elle en a beaucoup de ſalées, comme il paroît par l'effet qu'elle fait ſur les yeux & ſur les chairs qu'on y expoſe, & qu'elle a auſſi un grand nombre de parties terreſtres, comme il paroît par la *Suie* & par la *Cadmie*. Au reſte notre Auteur ne tient pas que toutes ces parties qui font la fumée, ſoient toujours aſſez groſſiéres pour être apperçues. Par exemple, il prétend qu'il en exhale inceſſamment de la *Naphte*, auſſi-bien que d'une certaine herbe dont parle Pline ; & que, comme elles ſont fort graſſes, & qu'elles compoſent autour de ces deux corps une eſpece d'atmoſphere, c'eſt ce qui fait qu'ils s'embraſent ſi facilement dès qu'on les approche du feu à une certaine diſtance. Il ne doute pas non plus, qu'il n'en ſorte inceſſamment de fort ſubtiles de tous les corps odoriférans :

& il eſt perſuadé que ſi ceux qui font conſiſter l'odeur qu'ils répandent en des *eſpeces intentionnelles*, avoient fait tant ſoit peu de réflexion ſur les effets qui en procedent, ils auroient quelque ſorte de honte de n'avoir pas compris, qu'il eſt ridicule de leur attribuer, par exemple, l'effet du charbon de terre ſur ceux qui n'y ſont pas accoutumés, & de s'imaginer que des eſpéces intentionnelles puiſſent faire mal à la tête.

Mais parce que les lampes perpétuelles dont parlent les Anciens, paroiſſent contraires à cette continuelle éruption de particules ſulfurées, ſalées, ſpiritueuſes en quoi notre Auteur fait conſiſter la flamme, il n'a eu garde de manquer à s'expliquer là-deſſus. Il examine donc les Hiſtoires qu'on en rapporte, & parmi leſquelles on ne peut nier qu'il n'y en ait de fort curieuſes; & après y avoir fait quantité de réflexions, il conclut, ou que ces lampes étoient des *Phoſphores* qui avoient une lumiere ſans chaleur, tel qu'on dit qu'on en trouva un en 1653. près de Valence en Dauphiné, dans un

champ où l'on découvrit quantité de ſépulcres antiques, ou que la plupart de ces Hiſtoires ne ſont que de pures fables. Quant aux diverſes couleurs qu'on remarque dans la flamme, le P. Caſal prétend qu'elles ne ſont que des effets de la diverſité de la matiere qui la compoſe.

Pour expliquer l'extinction du feu, l'Auteur tâche de faire voir comment, ſelon ſon hypothèſe, il arrive qu'une force étrangere le faſſe mourir; & pour ce qui eſt de la flamme, comme elle ne conſiſte, ſelon lui, que dans la violente agitation des petits feux, & dans la diſſolution des autres parties du corps combuſtible, il eſt aſſez clair que tout ce qui vient à s'oppoſer à cette agitation & à cette diſſolution doit l'éteindre. Et en effet c'eſt ainſi qu'il prétend qu'elle s'éteint dans cette admirable machine de M. Boyle, par laquelle ce ſavant homme a trouvé le moyen de raréfier l'air de telle ſorte, qu'il occuppe treize mille fois plus d'eſpace qu'il n'occuppoit auparavant; & il n'a pas de peine à montrer, comme quoi les particules qui forment la flamme par leur agitation, n'y peu-

vent avoir leur mouvement libre. C'eſt par la même raiſon qu'il fait voir, qu'une chandelle s'éteint quand on la ſoufle, ou quand on la ſecoue violemment. Enfin c'eſt ce qui fait, ſelon lui, qu'on arrête facilement l'embraſement par toutes les choſes qui bouchent les pores du corps d'où la flamme ſort, & qui retardent ou arrêtent le mouvement des parties ſulfurées. On croit que c'eſt l'effet que fait la pierre appellée *Zinguites*, qu'on n'a qu'à tenir ſur le bois allumé pour en éteindre la flamme; & c'eſt encore ce que font & la terre & le vinaigre, qui éteignent ſi puiſſamment le feu: car quoiqu'il ſemble qu'il n'y ait rien de ſi propre à cela que l'eau, il eſt certain néanmoins qu'en bien des rencontres, elle ne fait qu'accroître l'embraſement, parce qu'elle ne bouche pas aſſez exactement les pores de la matiere embraſée, & que la violence du feu la réſout incontinent en vapeurs, ou parce que l'onctuoſité de cette matiere ne permet pas qu'elle y entre. C'eſt ce qui ſe voyoit dans ce feu dont parle Photius, *qu'on voyoit brûler nuit & jour dans un bois licie, & que l'eau*

l'eau allumoit, bien loin de l'éteindre, mais qui s'éteignoit avec du fumier; & c'eſt ce qui ſe voit encore aujourd'hui dans du charbon qu'on tire de la terre, & qui s'éteint non avec de l'eau, mais avec de l'huile qui bouche ſes pores; ce que l'eau ne peut pas ſi bien faire. En un mot, ſoit qu'il s'agiſſe ou de la flamme ou de la braiſe, ou de quelqu'autre feu que ce ſoit, on peut dire généralement qu'il s'éteint par tout ce qui ferme les pores du corps embraſé, & qui empêche le mouvement libre des particules ignées.

Les cendres, comme chacun ſait, ſont ce qui reſte de la matiere combuſtible, lorſque le feu a conſumé toute l'humeur qui en uniſſoit les parties. Je dis ce qui reſte de la matiere combuſtible : car quoi qu'il ſe faſſe une pareille diſſolution dans les autres métaux qui ne ſont pas inflammables, tels que ſont les pierres & les métaux, cependant le feu ne les réduit pas en cendres, mais en chaux, qui eſt différente des cendres, non-ſeulement en ce qu'elle eſt d'une conſiſtance plus ſolide, mais encore en ce que les choſes qui y ont été réduites, comme les

métaux calcinés, ſe peuvent ſouvent rétablir; ce qui n'arrive jamais au bois & aux autres corps qui ont été réduits en cendres.

Au reſte quoiqu'il y ait une très-grande différence entre les cendres, ſelon les divers corps dont elles ſont faites, elles ont pourtant ceci de commun, que leur principale vertu conſiſte dans leur ſel, dont la principale propriété eſt de rendre fertiles les terres marécageuſes. Il n'y a rien auſſi, ſelon l'Auteur, qui ait plus de vertu pour rendre fécondes les femmes qui ſont ſtériles par trop d'embonpoint, que l'uſage modéré du ſel parmi leurs alimens ordinaires; parce qu'il conſume la trop grande humidité qui eſt dans les corps, auſſi-bien que celle qui eſt dans les terres.

Les eaux fortes ont tant de rapport avec le feu, qu'on les peut conſidérer comme une eſpéce de feu liquide. Voici comment l'Auteur explique la vertu qu'elles ont de diſſoudre les métaux & des particules très-minces, & de les réduire par la précipitation en une eſpece de chaux. Toute l'acrimonie des liqueurs leur vient des ſels

qui y ſont mêlés ; & on le prouve par diverſes compoſitions rongeantes, par l'encre, par le ſuc des ananas, & par l'eau d'un certain Lac ſalé du Comté de Mansfeld, dans lequel ſi les Pêcheurs laiſſent aller trop avant leurs rets, ils s'y brûlent tout de même que s'ils les avoient jettés dans le feu. En effet comme il y a de diverſes ſortes de ſels, & que les uns ont bien plus d'activité que les autres, il y auſſi de diverſes ſortes d'eaux fortes, dont les unes, par exemple, auront bien la force de diſſoudre l'argent, mais ne pourront diſſoudre l'or, comme l'eau de ſéparation, & les autres au contraire auront la vertu de diſſoudre l'or, ſans pouvoir faire d'impreſſion ſur l'argent, comme *l'eau régale*. On pourroit encore mettre au nombre de ces ſortes de liqueurs, le ſuc qu'on tire des feuilles de genevre, qui dans trois jours fond ſi bien la limaille d'or, qu'elle eſt liquide comme de l'eau. Mais rien n'eſt plus merveilleux que l'effet du ſel de l'huile de tartre dans ce qu'on appelle l'or fulminant, qui eſt un or diſſous & précipité par le

moyen de cette huile, & qui imite admirablement le bruit du tonnerre & de la violence de la foudre d'où il a tiré ſon nom. Car qu'il faille attribuer à ce ſel tout ce fracas, notre Auteur prétend qu'on n'en peut douter, puiſque le fer réduit en chaux par ce même ſel, a auſſi la vertu de fulminer.

Par le P. Caſſat, Jéſuite, Nouvelles de la République des Lettres pour le mois de Février 1688. page 170.

BIBLIOTHEQUE
DE PHYSIQUE PARTICULIERE
ET D'HISTOIRE NATURELLE.
MECHANIQUE.

ARTICLE I.

Observations sur la méchanique du Feu, ou l'art d'en augmenter les effets, & d'en diminuer la dépense.

LA premiere remarque qui se présente à faire, c'est que la chaleur que le feu envoie dans la chambre, ne vient pas seulement des *rayons de chaleur* que le feu y envoie directement ; les rayons qui y entrent, réfléchis par les différentes parties de la cheminée, augmentent extrêmement l'effet du feu. Les cheminées dont les jambages sont paralleles, ne renvoient que fort peu de rayons dans la chambre ; & les hottes inclinées font encore qu'on perd une grande quantité de rayons dont on pourroit profiter. La matiere du feu étant plus légere que l'air, les rayons qui sont poussés par le feu, ne vont point en ligne droite suivant la

direction qu'ils ont reçue ; mais ils en ſont détournés par leur légereté, qui leur fait décrire une ligne courbe qui va toujours en montant ; ce qui augmente le nombre des rayons qui vont frapper le côté incliné de la hotte, & qui de-là ſont réfléchis dans la cheminée.

Pour remédier à ces défauts, & pour faire réfléchir dans la chambre le plus de rayons qu'il eſt poſſible, l'on doit faire les jambages de la cheminée paraboliques ; prendre au milieu du fond du foyer de la cheminée une ligne égale à la longueur du bois qu'on veut brûler, aux deux extrémités de laquelle on éleve à cette ligne deux perpendiculaires : ces perpendiculaires ſont les axes de deux demi-paraboles, qui ont leur ſommet contre le fond de la cheminée, & qui paſſent chacune par les points qu'on a pris de leur côté pour déterminer l'ouverture de la cheminée. C'eſt ſur ces lignes courbes qu'on éleve perpendiculairement les côtés de la cheminée, qu'on doit revêtir de tole ou de cuivre, auſſi-bien que le fond. Les rayons de chaleur ſe réfléchiſſent contre ces

côtés paraboliques pour entrer dans la chambre. Il n'eſt pas abſolument néceſſaire de faire la courbure parabolique ; on peut la faire en ellipſe, qui aura un de ſes foyers dans l'endroit où l'on fait le feu, & l'autre dans la chambre : au lieu de parabole ou d'ellipſe, on peut auſſi employer une ligne droite, avec une portion de cercle.

En général on peut dire, qu'il ſuffit de faire les jambages inclinés ſur le fond de la cheminée, & d'arrondir les angles que les jambages forment avec le fond ; cela ſuffit pour faire réfléchir les rayons de chaleur dans la chambre. Tout ce que font de plus les lignes, c'eſt de faire réfléchir les rayons dans telles ou telles directions ; ce qui eſt abſolument indifférent : il s'agit uniquement de les faire entrer dans la chambre.

29. Pour remedier au défaut qui vient de la hotte inclinée, l'Auteur de cette Diſſertation veut que l'on faſſe le deſſous de la tablette parallele à l'horiſon, & auſſi large qu'il peut être, en laiſſant ſeulement 10 ou 12 pouces pour l'ouverture du tuyau de la che-

minée. Cette ſituation du deſſous de la tablette ne ſert pas ſeulement à renvoyer dans la chambre les rayons directs qui y viennent frapper, mais auſſi tous les rayons qui n'y viennent, qu'après avoir été réfléchis contre le fond ou contre un des côtés de la cheminée.

Il y a encore un autre moyen de faire réfléchir beaucoup de chaleur dans la chambre, & qui ſert en même-tems à allumer promptement le feu, & à le faire toujours flamber ſi l'on veut, quelque verd que ſoit le bois: c'eſt une eſpéce de ſoufflet, qu'on peut appliquer avec utilité à toutes ſortes de cheminées.

Au milieu de l'âtre, environ à 10 ou 12 pouces de la plaque du fond, il faut faire faire une petite trape d'environ trois pouces de long, & de deux pouces & demi de large; & au-deſſous il faut faire faire une petite cavité qui ait communication avec l'air de dehors. Lorſqu'on levera un peu cette trape, l'air de dehors étant toujours plus preſſé que celui qui eſt dans la chambre quand il y a du feu ſur l'âtre, paſſera au travers de l'ouverture de la

trape, & formera un ſoufflet continuel. Pour en pouſſer tout le vent contre le feu, & pour empêcher qu'il ne s'en échappe une partie de côté, on attache au-deſſous de la trape, de chaque côté, une petite portion de cercle dont le centre touche la charniere.

Tout ce que nous venons de dire ſert beaucoup à augmenter la chaleur; mais ce n'eſt pourtant que le moindre avantage que l'on tire des nouvelles cheminées : leur diſpoſition intérieure eſt d'une toute autre utilité.

Le contour du dedans de la cheminée étant couvert d'une plaque de cuivre ou de tôle, on laiſſe derriere cette plaque un eſpace vuide, d'environ quatre pouces de profondeur : cet eſpace doit être diviſé & ſéparé par pluſieurs languettes, qui forment pluſieur cavités, cellules ou tuyaux quarrés, mis à côté l'un de l'autre, dont le premier ait communication avec le ſecond, le ſecond avec le troiſiéme ; & faiſant tous enſemble une eſpéce de canal recourbé dont un des bouts ſoit au bas, & l'autre au haut d'un des jambages de la cheminée.

Quand le feu commence à échauf-

fer la chambre, l'air chaud étant le plus léger, monte en haut : de-là vient que l'air qui répond à l'ouverture d'en bas dont nous venons de parler, étant le plus preſſé, entre dans le canal qui paſſe derriere la cheminée, & en reſſort par l'ouverture d'en haut. Mais comme le feu échauffe le cuivre ou la tôle qui couvre ce canal, l'air en y paſſant s'échauffe avant que de rentrer dans la chambre ; & c'eſt par cette circulation de l'air que toute la chambre eſt bientôt échauffée.

On voit aiſément comment cette invention peut ſervir à échauffer un appartement voiſin, au lieu d'échauffer celui où eſt le feu.

Au reſte quand l'air de la chambre eſt aſſez échauffé, on peut boucher les ouvertures dont nous avons parlé.

Il y a un autre moyen de tirer de cette invention des avantages bien plus conſidérables à tous égards. Pour cet effet il faut faire que l'ouverture d'en bas, au lieu d'avoir communication avec l'air de la chambre, ait communication avec l'air de dehors : c'eſt le moyen de faire paſſer l'air avec plus de rapidité, & en plus grande quantité, l'air de dehors étant

beaucoup plus preſſé que celui qui eſt dans la chambre, qui par-là s'échauffe en beaucoup moins de tems, l'air échauffé qui y entre montant toujours en haut, & obligeant par-là l'air froid à ſortir par la cheminée, où il trouve le moins de réſiſtance.

Par ce moyen, on a non-ſeulement l'avantage de répandre une chaleur égale par toute la chambre, qu'on échauffe par là conſidérablement dans le plus grand froid avec très-peu de feu : on a encore l'agrément de reſpirer continuellement un air nouveau. De plus la chambre étant toujours remplie d'air, celui de dehors n'y entre pas en ſi grande quantité ni avec tant de force par les portes ou par les fenêtres, qui ne joignent pas bien, outre qu'on peut boucher exactement tous ces paſſages de l'air, ſans craindre le moins du monde la fumée. Il eſt aiſé de voir qu'on peut employer à différens uſages cet air chaud, qui entre continuellement dans la cheminée, en le conduiſant par un tuyau dans les endroits que l'on veut échauffer, ou dans leſquels on veut entretenir la chaleur.

Nous ajouterons à l'égard du canal

par où paſſe l'air, qu'on peut auſſi faire creux le deſſous de l'âtre, comme auſſi le deſſus de la tablette, où on pourra faire une eſpece de canal, par où il ſera aiſé de faire paſſer l'air avant qu'il entre dans la chambre : tout cela ne ſert qu'à échauffer davantage cet air, dont on peut encore augmenter conſidérablement la chaleur, en couvrant de tôle le derriere du creux, qu'on a laiſſé contre le fond de la cheminée. On pourra facilement alors laiſſer paſſer la chaleur derriere ce creux, & on échauffera ainſi de deux côtés le canal par où paſſe l'air ; mais il faut toujours bien prendre garde que la fumée ne puiſſe pas s'inſinuer dans le canal.

Paſſons à ce que dit l'Auteur de cette Diſſertation ſur la diſpoſition du haut de la cheminée.

Il faut d'abord diminuer l'ouverture d'en haut, & ne la laiſſer pas plus grande qu'il ne faut pour une libre iſſue à la fumée. Il faut encore qu'il y ait au haut, en dedans de la cheminée, une plaque de tôle de la longueur & de la largeur préciſément du tuyau, à l'endroit où on la placera ; de ma-

niere qu'elle puiſſe, quand on veut, fermer l'ouverture de la cheminée ou la laiſſer libre, par le moyen de deux fils d'archal attachés à ſes deux bouts. On doit mettre encore une ſeconde plaque au bas du tuyau, que l'on puiſſe auſſi ouvrir & fermer quand on veut.

Ces baſcules ſervent à éteindre le feu, lorſqu'il vient à prendre à la cheminée; pour cet effet il ſuffit de les fermer toutes deux. Le ſoir encore, quand le feu ſera éteint, ou qu'il n'y aura plus que des tiſons ſur l'âtre, on pourra fermer une de ces baſcules; on empêchera par-là l'air chaud de la chambre d'en ſortir, & l'air froid d'y entrer par la cheminée.

Cette baſcule fermée, ſurtout ſi c'eſt celle d'en haut, empêchera auſſi la fumée de la chambre voiſine d'entrer dans la chambre, quand il n'y a point de feu.

Chacun peut aiſément remarquer, que quand les jambages de la cheminée ont la diſpoſition dont nous avons parlé, & quand avec cela le deſſous de la tablette eſt parallele à l'horiſon, toutes les parties de la che-

minée s'échauffent en peu de tems; ce qui empêche la fumée de deſcendre auſſi facilement que dans les autres cheminées. Il faut ajouter que l'air de dehors, qui entre continuellement dans la chambre, & qui oblige celui qui y eſt de ſortir par la cheminée, contribue beaucoup à pouſſer la fumée, & à la faire monter. Avec cela ce nouvel air fait que la chambre eſt toujours plus remplie d'air que quand il y a une cheminée ordinaire; ce qui empêche encore la fumée d'entrer ſi aiſément dans la chambre.

Il arrive ſouvent, que la fumée dans une chambre eſt cauſée par l'air qui preſſe ſur le haut de la cheminée, ou par le vent qui y entre. Voici un moyen pour y remedier. Il faut d'abord élever autant qu'on peut la cheminée, pour empêcher qu'elle ne ſoit commandé. L'on doit partager l'ouverture de la cheminée en pluſieurs quarrés, dont toutes les ouvertures enſemble ſoient égales à la ſeule que l'on auroit donnée au tuyau. Ces ouvertures pourront être rangées ſuivant la longueur de l'ouverture de la cheminée, & à quelque diſtance l'une

de l'autre. On couvrira chacune de ces ouvertures par une pyramide tronquée. Les ouvertures d'en haut de ces pyramides doivent être moindres que celles du tuyau de la cheminée; & leurs baſes ſeront auſſi grandes qu'il ſe pourra, de maniere que celles des deux pyramides voiſines ſe touchent. Il faut avoir enſuite un priſme triangulaire, qui peut être creux, & même ouvert d'un côté; c'eſt-à-dire qu'il ſuffit d'avoir deux plans, qui faſſent enſemble un angle un peu moindre que de ſoixante degrés: on paſſera ces deux plans par leur angle, ou ſi c'eſt un priſme, on le paſſera par un de ces angles ſur les pyramides dont on vient de parler, & cela de maniere qu'il paſſe ſur toutes les pyramides, en diviſant l'ouverture de chacune en deux parties égales. Ce priſme doit avoir la face oppoſée à l'angle qui paſſe ſur les pyramides parallele à l'horiſon; & elle doit être de la largeur de l'ouverture des pyramides.

On couvre ce priſme d'un chapiteau ouvert par-deſſus, & dont la longueur ſoit égale à celle du priſme: ce chapiteau doit être diviſé en plu-

ſieurs autres petites pyramides quarrées & tronquées. Les plans qui forment ce chapiteau, doivent être aſſez ouverts au-deſſous des pyramides, pour laiſſer un eſpace de chaque côté du plan horiſontal du priſme; & ils doivent être aſſez longs, pour deſcendre juſqu'au-deſſous de l'angle du priſme qui appuye ſur les premieres pyramides.

Par-là on empêche abſolument les vents qui viennent de côté, de s'inſinuer dans la cheminée. Ceux qui pourront entrer par en haut dans les pyramides du chapiteau, ſeront empêchés par le priſme d'entrer dans les pyramides de la cheminée; & encore le peu qui pourroit s'y inſinuer, n'entrera qu'en partie dans la cheminée. Ajoutons qu'il n'y a rien dans cette conſtruction qui puiſſe empêcher le paſſage de la fumée.

Mémoires de Trevoux, Décembre 1713. page 2139. Diſſertation de M. Gauger.

ARTICLE

ARTICLE II.

Obſervations ſur les effets de la Poudre à canon, principalement dans les Mines.

LA poudre eſt compoſée de trois parties de ſalpêtre contre une de ſoufre & de charbon pris enſemble. Ces matieres ſont inégalement promptes à s'enflammer, auſſi-bien que les parties qui les compoſent. L'air eſt néceſſaire à l'action de la poudre, puiſqu'elle ne s'enflamme point dans le vuide, où que quand elle le fait, c'eſt ſans détonation & ſans effort. La promptitude de la poudre à s'enflammer demande encore qu'elle ſoit bien ſéche & bien grenée, afin que la communication de la flamme ſoit plus prompte. Comme les matieres de la poudre s'allument ſucceſſivement, les degrés de vîteſſe imprimée par le feu ſe communiquent de la plus ſubtile à la pus groſſiere, ſelon les rapports les plus approchans d'une progreſſion géométrique.

Ces ſeules matieres mues par le feu, deviennent donc capables de faire par leur choc de grands efforts. Si l'on examine ceux que peut produire l'air enfermé dans les grains de poudre, & dans les intervales qu'ils laiſſent entr'eux, on trouvera que dans une mine cubique chargée de 140 livres de poudre, s'il y avoit cinq faces immobiles, l'effort qui ſe feroit alors tout entier ſur la ſixiéme ſoutiendroit un poids de trois cens mille livres. Mais cet effort ſe trouve beaucoup plus grand que dans l'expérience, cent quarante livres de poudre n'enlevant ordinairement que douze cens livres peſant de terre. La raiſon de cette différence peut être attribuée à pluſieurs cauſes. Une partie de cet effort ſe détruit, parce que la poudre ne s'allume pas tout à la fois; qu'il s'en perd par le canal qui porte le feu à la mine, & par les pores des matieres qui l'environnent; que les parties de ces matieres ſont quelquefois très-difficiles à détacher; qu'outre leur poids à ſoutenir, il y a encore la vîteſſe avec laquelle elles ſont enlevées; enfin que la réſiſtance de l'air envi-

ronnant y met peut-être le plus grand obſtacle, quoi qu'on n'y ait pas égard dans la pratique.

Pour ſe former une idée nette de la maniere dont la poudre agit ſur un corps, il faut examiner ce qui ſe devroit paſſer dans un canon qu'on ſuppoſeroit immobile, poſé verticalement la bouche en haut, & d'une longueur ſuffiſante pour qu'un boulet y pût faire tout le chemin, que l'effort de la poudre ſeroit capable de lui faire parcourir. Il faut là-deſſus remarquer, que la meilleure poudre eſt celle qui s'enflamme le plus promptement ; que l'ame du canon vers la culaſſe doit être telle, qu'une plus grande quantité de poudre s'y puiſſe enflammer avant que le boulet parte, ce qui fait que les canons chambrés portent plus loin avec même quantité de poudre, que quand l'ame eſt cylindrique ; que plus il y a de poudre qui s'enflamme, plus le boulet porte loin, mais plus auſſi le canon eſt en danger de crever ; que plus le canon eſt long, plus on y peut mettre de poudre, & plus elle a le tems de s'enflammer avant la ſortie

du boulet, ce qui fait que quelques canons fort longs, comme la coulevrine de Nancy, portent beaucoup plus loin que les canons ordinaires de même calibre; que la longueur la plus avantageuſe d'un canon, c'eſt quand elle eſt tellement proportionnée à la charge de poudre & à la figure de ſon âme, que le boulet ſorte de la bouche lorſque toute la poudre a fait ſon effort; qu'enfin l'effort de la poudre ſera d'autant plus grand vers un certain côté, qu'il y aura plus de réſiſtance vers les autres; & qu'ainſi plus un canon recule difficilement, plus il pouſſe loin ſon boulet. Appliquons à préſent ce que nous venons de dire de l'action de la poudre en général à ſon effort particulier dans les mines. Voici ce que des expériences réitérées ont fait connoître ſur ce ſujet.

1°. Que l'effort de la mine ſe fait toujours du côté le plus foible, indépendamment de la diſpoſition de la chambre des mines; contre ce que les Mineurs s'étoient fauſſement perſuadé.

2°. Qu'il faut une quantité de poudre plus ou moins grande, ſelon

l'inégalité du poids qui doit être enlevé, & la différente liaiſon des parties. Pour un pied cube de terre remuée peſant 90 ou 100 livres, il faut neuf ou dix livres de poudre. Pour un pareil volume de terre ferme ou de ſable fort peſant, de cent vingt-cinq à cent-cinquante livres, il faut onze ou douze livres de poudre. Pour autant d'argile peſant entre cent-quinze livres & cent-trente-cinq livres, il faut quinze ou ſeize livres de poudre. Pour le même volume de maſſonnerie nouvelle ou peu liée, il faut quinze ou vingt livres de poudre. Pour autant de vieille maſſonnerie ou qui ſoit bien liée, il en faut vingt-cinq ou trente livres.

3°. Que l'ouverture d'une mine qui a joué en pleine terre étant chargée à propos, ſe fait en un cône, dont le diametre de la baſe eſt double de la hauteur priſe depuis le centre de la mine.

4°. Que lorſqu'une mine eſt trop chargée, elle ne fait qu'un trou ou un puits, dont l'ouverture ſupérieure n'eſt guères plus grande que celle de la chambre où étoit la poudre. Au contraire ſi la mine eſt trop peu char-

gée, elle ne fait qu'une ſimple compreſſion, ou tout au plus un petit ſoulevement vers la partie la plus foible.

5°. Qu'enfin outre l'effort de la poudre contre les corps qu'elle enleve, elle foule encore & meurtrit toutes les terres qui l'avoiſinent, tant au-deſſous qu'aux côtés; & ces foulures s'étendent d'autant plus, que ces matieres ſont moins de réſiſtance.

D'où il faut conclure, que pour charger une mine enſorte qu'elle faſſe l'effet le plus avantageux qu'il eſt poſſible, il faut connoître le poids des matieres qu'on veut enlever; ce qui ſe meſure par la ſolidité du cône droit, dont la baſe eſt double de la hauteur de la terre au-deſſus du centre de la mine; & cela ſe trouve aiſément par la Géométrie. Cette ſolidité étant trouvée en toiſes cubes, on multipliera le nombre de ces toiſes par celui des livres de poudres néceſſaires pour enlever les matieres qu'il renferme, ſelon qu'il eſt marqué dans les expériences; & ſi les matieres renfermées ſont de différens poids, il ne faut que prendre un poids moyen entre tous. Pour la diſpoſition de la mine, la re-

gle générale est, que la partie vers laquelle on veut déterminer l'effet, soit la plus forte.

Par M. Chevalier, Mémoires de Trevoux, Février 1708. page 280.

ARTICLE III.

Explication physique de la force de la Poudre à canon.

UNe étincelle de feu qui tombe sur un baril de poudre, y excite tout à coup un mouvement très-violent, & capable d'enlever des rochers & des corps d'un poids énorme. On demande comment une si petite quantité de mouvement, que celle qui se trouve dans cette étincelle, peut produire en un moment un si grand effet. Car enfin c'est un principe reçu de tout le monde, qu'il est impossible qu'un corps en mouvement communique aux autres corps qu'il rencontre, plus de mouvement qu'il n'en a lui-même. Il semble donc, suivant cette regle, que les grains de poudre qui prennent feu, en quelque nombre qu'ils soient,

ne devroient pas avoir tous enſemble plus de mouvement, que l'étincelle qui y a mis le feu. Cependant on voit que leur mouvement eſt infiniment plus fort; & ce qu'il y a d'étonnant, c'eſt que ce mouvement ſe produit en un moment. Quelle en peut être la cauſe ?

Il y a diverſes occaſions dans leſquelles un mouvement qui eſt petit dans ſon origine, s'accroît tout à coup comme de lui-même, & ſans le ſecours d'aucune cauſe extérieure qui paroiſſe. Cela s'obſerve ſurtout dans les reſſort, lorſqu'ils ſont fort bandés: ſouvent il ne faut, pour les bander, qu'un effort très-léger; & néanmoins en ſe débandant, ils acquierent un mouvement très-rapide. Ne pourroit-on pas dire qu'il ſe fait quelque choſe de ſemblable lorſque la poudre à canon s'enflamme ? Car ſi l'on ſuppoſe une fois, que chaque grain de poudre renferme pluſieurs petits reſſorts extrêmement bandés, & que le feu qu'on y applique ne fait que rompre les liens qui les tenoient dans cet état, dans cette ſuppoſition, il ne ſera pas difficile d'expliquer tout ce qui regarde la poudre à canon. 1°.

1°. Une ſeule étincelle de feu a autant de mouvement qu'il en faut pour diviſer & rompre un grain de poudre, & mettre par-là en liberté tous les petits reſſorts qui y étoient enfermés. Ces petits reſſorts ne peuvent ſe débander, ſans heurter avec force contre les grains de poudre qui les environnent; & en les heurtant de la ſorte, ils les diviſent & les briſent, & par conſéquent font jouer tous leurs reſſorts. Ceux-ci en font autant aux autres grains qui les touchent. Ainſi toute la poudre prend feu, & s'enflamme dans un moment.

2°. Cette multitude infinie de petits reſſorts qui jouent tous enſemble, doit faire un grand effet, parce que chaque reſſort acquiert en un moment un mouvement très-rapide, le mouvement d'un reſſort qui ſe débande, croiſſant toujours juſqu'à un certain point; & comme ces reſſorts cherchent tous à s'étendre, il n'eſt pas ſurprenant qu'ils enlevent les corps qui les en empêchent, & qui les tiennent dans un état violent.

3°. Le mouvement rapide de ces petits reſſorts qui ſe débandent, eſt

très-propre à cauſer dans l'air ce mouvement d'ondulation qui fait le ſon : c'eſt pour cela que les canons & les autres machines de guerre font tant de bruit quand on les tire.

4°. Le grand effet de la poudre doit paſſer en un moment, parce que les petits reſſorts étant une fois débandés, ils demeurent ſans force, & n'agiſſent plus.

5°. La poudre ſe gâte en vieilliſſant, parce que les arcs qui demeurent trop long-tems bandés, perdent beaucoup de leur reſſort.

On peut, avec la même facilité, expliquer tout le reſte, ſuppoſé qu'on admette une fois, que chaque grain de poudre renferme pluſieurs reſſorts extrêmement bandés. La difficulté eſt de ſavoir ſi l'on peut recevoir cette ſuppoſition : c'eſt ce qu'il nous faut préſentement examiner.

Trois choſes principalement entrent dans la compoſition de la poudre, le ſalpêtre, le ſoufre & le charbon. Le charbon eſt un corps ſec, dont les pores ſont très-ouverts, & auquel le feu s'attache aiſément. Le ſoufre eſt un corps huileux, & qui s'enflamme ſans

peine. Le ſalpêtre eſt de la nature des autres ſels, & a des parties longues & roides. Pour faire de la poudre, il faut mêler ces trois corps enſemble dans une certaine quantité, & les broyer long-tems dans un mortier.

Le pilon qui les broye briſe néceſſairement leurs parties, & rend celles du ſalpêtre extrêmement minces. Ces parties de ſalpêtre retiennent néanmoins toujours quelque longueur, ſuivant la nature des ſels. En devenant minces & longues, elles deviennent friables; & parce qu'elles ne laiſſent pas d'être fort roides, elles ont un grand reſſort, quand on les a une fois pliées.

Or voici comme on conçoit qu'elles peuvent ſe plier. Etant agitées & preſſées dans le mortier, il eſt naturel qu'une de leurs pointes ſe fiche dans les pores du charbon, ou s'embarraſſe dans les parties du ſoufre. Le pilon venant enſuite à tomber ſur l'autre pointe, la fait néceſſairement plier; & cette pointe pliée, ou s'inſinue auſſi dans un pore de charbon, ou ſe colle au charbon par le moyen du ſoufre auquel on a ſoin de joindre un peu d'eau, comme pour le détremper.

Ainſi chaque partie de ſalpêtre forme une eſpece de petit arc fort bandé, ſoit parce que les pointes de l'arc ſont fichées dans les pores du charbon, ſoit parce qu'elles y ſont collées par le moyen du ſoufre. Quand donc le ſoufre vient à s'enflammer, & le charbon à ſe diviſer, l'arc n'étant plus contraint & retenu, ſe débande auſſi-tôt. On met dans chaque grain de poudre pluſieurs de ces petits reſſorts, parce que nous éprouvons, que lorſqu'on écraſe un grain de poudre, ſes parties ne laiſſent pas de conſerver chacune quelque vertu.

On ne donne ceci que comme une conjecture, qui paroît avoir quelque choſe de plus plauſible que l'opinion ordinaire. C'eſt à ceux qui ſont verſés dans la Chymie, & qui ont étudié plus particulierement la nature du ſalpêtre & du ſoufre, à juger ſi cette conjecture eſt ſoutenable.

Mémoires de Trevoux, Mars 1702. page 3.

ARTICLE LXVII.

Sur les Fuſées volantes.

ON ſait que le principe général de l'élévation des fuſées volantes eſt le même que celui du recul d'un canon. L'air contenu dans la fuſée, & dont tous les reſſorts ſont violemment & ſubitement bandés par l'inflammation de la poudre, fait effort en tous ſens pour s'étendre, & par conſéquent pour s'échapper de ſa priſon. Il ne le peut que par le bout inférieur de la fuſée toujours ouvert, & par où ſort la matiere enflammée qu'il pouſſe avec lui. Mais en même-tems il agit auſſi & avec la même force contre le bout ſupérieur de la fuſée qui eſt fermé; & il agit en s'appuyant ſur l'air extérieur placé ſous le bout inférieur, parce que cet air ne peut lui céder aſſez promptement à cauſe de l'extrême ſoudaineté de l'inflammation. Ainſi le bout ſupérieur eſt pouſſé en haut, & monte d'une grande vîteſſe.

Cela ſuppoſe qu'il y ait de l'air

étranger renfermé dans la fusée, c'est-à-dire un autre air que celui qui peut se trouver naturellement enveloppé dans chaque grain de poudre : car celui-là ni ne seroit en assez grande quantité, ni ne pourroit, étant dispersé dans tous ces grains qui ne s'enflammeront que successivement, faire agir assez promptement tous les ressorts pour produire les plus grands effets possibles. La fusée monteroit toujours, puisque les ressorts de l'air se débanderoient toujours en tous sens ; mais elle ne monteroit pas si haut à beaucoup près, à cause du petit nombre de ses ressorts, ni elle ne commenceroit pas sitôt à monter, parce qu'il faudroit qu'une quantité suffisante d'air eût le loisir de se dégager de l'intérieur des grains de poudre. Il est vrai qu'une *composition* plus *vive* de la poudre ou matiere inflammable, pourroit réparer ces défauts.. Mais dans la comparaison que nous faisons, il falloit sous-entendre que toutes choses étoient d'ailleurs égales.

Il sera donc avantageux de mettre & de conserver, s'il se peut, dans la fusée de l'air étranger, quoique d'un

autre côté il ſoit néceſſaire que la poudre ou la matiere inflammable en ſoit la plus ſerrée & la plus comprimée qu'il ſe puiſſe, & que dans ce deſſein on la batte avec force. L'expédient eſt qu'une broche de fer, attachée au *culot* ou baſe ſur laquelle on charge la fuſée, pénétre dans ſon intérieur auſſi avant qu'elle le peut, moyennant quoi, quand la fuſée part, elle emporte la cavité où la broche ſe logeoit; & cette cavité ſe remplit d'air, & ſubſiſte au moins quelques momens dans la forme que la broche lui avoit donnée, parce que la matiere qui l'environne, a été liée par une aſſez forte compreſſion. C'eſt un réſervoir d'air que l'on a ménagé pour le beſoin de la fuſée.

Mais on connoît naturellement que ce réſervoir ne dure qu'un inſtant. L'air de la cavité fera ſon effet ſur l'air extérieur par une dilatation très-bruſque: la fuſée en ſera pouſſée en haut avec plus de vîteſſe; mais paſſé ce premier inſtant, tout s'enflamme: la cavité s'efface, puiſque la broche qui la formoit n'y eſt plus, étant demeurée attachée au culot immobile;

& la fuſée eſt dans le même état que ſi elle avoit d'abord été toute pleine, à cela près qu'elle contient un peu plus d'air qui pourra ne lui pas être inutile, ou qui au moins ne l'aura pas été d'abord.

Ces idées ne ſeroient pas tout-à-fait préciſes. La fuſée étant conçue diviſée en couches horiſontales, elle s'enflamme ſucceſſivement dans chacune, quoique très-rapidement; & à parler à la rigueur, il n'y en a qu'une qui brûle dans un inſtant quelconque : toutes les précédentes ſont conſumées, & les ſuivantes ſont encore entieres. La broche de fer interrompt un certain nombre de couches, & rend plus petite l'étendue où elles prennent feu. Il y a plus; ſans cette broche, un grain de poudre pris ſolitairement enflammeroit toujours le grain ſupérieur qui ſeroit dans la même ligne que lui, parallele à l'axe de la fuſée : ſi la broche eſt cylindrique, ce ſera la même choſe; mais ſi elle eſt conique, le même grain n'enflammera plus que le grain ſupérieur poſé dans une ligne paralléle, non à l'axe de la fuſée, mais au côté du cône incliné à cet

axe. Ainſi la broche conique déterminera dans l'inflammation ſucceſſive de grain en grain, une direction différente de celle qui eût réſulté d'une broche cylindrique.

Quand la fuſée s'éléve, la cavité formée par la broche ne ſe détruit pas auſſi-tôt, & il en reſte encore une qui contient de l'air, d'où l'on tire les avantages qu'on déſiroit. La cavité, après avoir perdu ſon moule, ne laiſſe pas de ſuivre la fuſée & de s'élever avec elle, en conſervant quelque tems la figure que le moule lui avoit imprimée : car la direction d'inflammation que la poudre avoit priſe ſelon ce même moule, ne change pas en un inſtant ; & c'eſt à cette direction que tient la figure de la nouvelle cavité. Il eſt évident que plus cette cavité ſera de figure à ſe maintenir longtems, plus la fuſée ſera parfaite ; & c'eſt-là le principal objet d'une petite théorie Géométrique, que M. de Buffon a donnée.

Ce qui a été déja dit, ſuffiroit preſque pour prouver que la figure conique doit être ici préférée à la cylindrique. La direction d'inflammation

que la broche conique donne à la poudre, eſt aſſurément moins naturelle, que celle que lui donneroit la cylindrique : elle eſt en quelque ſorte forcée ; & par conſéquent il faut plus de tems pour la changer, puiſqu'il faut d'abord celui de la détruire entierement avant que de lui en ſubſtituer une autre. Il ne s'agit que de tems extrêmement courts, dont la petiteſſe échappe à notre imagination ; mais enfin ils exiſtent, & peuvent encore être inégaux.

De plus quand la cavité eſt conique, ſa baſe étant en en-bas, il y a une moindre quantité de poudre dans une couche inférieure, que dans une ſupérieure, & par conſéquent moins de matiere enflammée en bas qu'en haut, lorſque le bas & le haut ſont enflammés. La cavité ne peut s'effacer, que quand tout eſt également enflammé autour d'elle ; & il faut un tems pour ſurmonter cette inégalité d'inflammation, & amener tout à l'uniformité. La broche cylindrique ne cauſeroit pas cette inégalité que l'on recherche ici.

M. de Buffon prouve que la cavité

conique l'emporte à cet égard, non-ſeulement ſur la cylindrique, mais ſur celles de toute autre figure poſſible. Ce qui vient d'être dit peut le faire preſque ſuffiſamment appercevoir.

L'expérience, qui eſt la ſouveraine en Phyſique, a confirmé les raiſonnemens des fuſées à broches coniques, qui ſe ſont élevées à 8 & 9 pieds en 5 ſecondes. Il eſt vrai qu'on y avoit auſſi apporté toutes les autres attentions plus connues, que leur conſtruction peut demander.

Hiſtoire de l'Académie Royale des Sciences pour l'année 1740. p. 105.

ARTICLE LXVIII.

Conjectures ſur les cauſes qui mettent en ſi peu de tems les Piéces d'Artillerie hors d'état de ſervir, & ſur les moyens d'en augmenter conſidérablement la durée.

ON ſait par expérience, qu'un canon du plus gros calibre chargé de poudre de la peſanteur des

deux tiers de ſon boulet, ne peut guères tirer ordinairement que deux mille coups ſans crever, quand même il n'en tireroit qu'un coup par heure, ſuppoſé qu'il ne ſouffre que la ſeule violence de la poudre enflammée; & il n'eſt pas extraordinaire de le voir crever, ſans avoir tiré même à beaucoup près ce grand nombre de coups. Il n'y a qu'à lui faire faire ſes décharges ſans aucun intervalle, que celui que l'on met à le recharger; il crevera infailliblement bientôt, parce que chaque coup faiſant effort ſur les parties du métal, par le mouvement violent que lui communique la poudre enflammée, & l'air extraordinairement raréfié dont elle eſt remplie, & dans ſes pores & dans les interſtices des petits grains qui la partagent ou en forment le volume, tout cela les déſunit & les dérange inſenſiblement; de ſorte que le mouvement de ſes parties toujours augmenté par la chaleur que cauſent à un canon tant de décharges ſi promptement réitérées, pouſſe enfin leur dérangement à un tel point, qu'il ne peut plus être augmenté ſans une ſolution de continuité ſenſible.

Le canon creve alors ordinairement vers le milieu de la volée, quoiqu'il ſoit plus épais en cet endroit qu'à l'embouchure. La raiſon de cela eſt, que la poudre enflammée & l'air raréfié ſe trouvant plus preſſés le boulet étant vers le milieu de la volée, que quand il eſt à l'extrémité, ils ſont plus d'effort en cet endroit, que s'ils occuppoient un plus grand eſpace, le boulet étant à l'extrémité de la volée.

On objectera peut-être, que ſelon ce raiſonnement, le canon doit plutôt crever vers la culaſſe que dans la volée, puiſque la poudre enflammée s'y trouvant plus preſſée que partout ailleurs, elle y fait auſſi plus d'impreſſion ſur les parties du métal.

A cela on répond, que ſi le canon étoit cylindrique, il creveroit immanquablement à la culaſſe plutôt qu'ailleurs; mais que comme il a beaucoup d'épaiſſeur en cet endroit, il creve ailleurs, avant que la poudre enflammée ait eu le tems de mettre en mouvement toutes les parties du métal dans une ſi grande épaiſſeur.

Il eſt vrai qu'on voit ſouvent crever un canon près du bourelet, & même le bourelet ſauter en partie ou tout en-

tier ; mais il n'eſt pas difficile d'en deviner la cauſe.

Ou le canon a trop peu d'épaiſſeur en cet endroit ; ce qui fait que les parties du métal y étant trop-tôt miſes en mouvement, ſont auſſi plutôt ſenſiblement dérangées.

Ou le boulet, qui fait ſouvent des ricochets dans l'ame du canon, en fait quelquefois de ſi violens en ſortant, qu'il ouvre le métal près du bourelet, qu'il fait ſauter quelquefois tout entier.

Ces ricochets qui ſont ſi préjudiciables au canon, ne peuvent être cauſés que par des boulets mal ébarbés, ou qui ne ſont pas exactement ronds, ou enfin qui ne ſont pas du calibre de la piéce, ſoit parce qu'ils ont trop peu de vent, ou parce qu'ils en ont trop.

Si le boulet eſt mal ébarbé, ou n'eſt pas exactement rond, ce qui produit à peu près le même effet, comme il tourne toujours autour de ſon centre dès qu'il a reçu le mouvement que la poudre lui imprime, la partie de ſa ſurface la plus éloignée du centre venant à toucher l'ame du canon, y fait l'office d'un coin, enfonce le métal

en cet endroit, & fait même tomber la volée, ſi ſa figure trop irréguliere en retarde un peu la ſortie. On remédiera en quelque façon à cet inconvénient, ſi l'on ne ſe ſert que de boulets bien réguliers & parfaitement ébarbés.

Si le boulet a trop de vent, quelque rond qu'il ſoit, il fera ſouvent des ricochets, peu dangereux à la vérité, mais qui ne laiſſent pas à la fin d'endommager la piéce par les écorchemens qu'ils lui font dans l'ame. Ce qui cauſe en ce cas-là les ricochets, eſt la ſituation du boulet dans l'ame du canon. Comme il touche l'ame par en bas, & qu'il a trop de vent par en haut, la poudre ne fait pas une égale impreſſion ſur le côté de ce boulet qui lui eſt oppoſé : elle le fait ſauter en tournant, & lui fait faire par conſéquent ce qu'on appelle des ricochets.

Si le boulet a trop peu de vent, pour peu qu'il ſoit irrégulier, il produit les effets dont nous avons parlé. Si la figure eſt irréguliere, il ne laiſſera pas d'écorcher un peu la piéce, par cela ſeul que ſa circonférence ne ſe trouve jamais parallele à celle de

l'ame du canon. Voici trois moyens pour remédier à ces inconvéniens.

Le premier eſt de rafraîchir la piéce de canon à chaque coup qu'elle tire. On retire par-là en quelque façon les parties ébranlées du métal ; & la piéce ne s'échauffera pas abſolument, ni ſitôt, ni ſi fort, qu'elle fait ordinairement, lorſqu'on lui fait faire pluſieurs décharges ſans la rafraîchir. Ce rafraîchiſſement fréquent eſt une choſe eſſentielle à la durée d'un canon ; & il n'eſt preſque plus tems de penſer à le rafraîchir, lorſqu'une trop grande quantité de décharges précipitées ont mis les parties du métal dans un trop grand mouvement. Le rafraîchiſſement ne peut alors tout au plus ſervir, qu'à empêcher la poudre de prendre feu quand on recharge la piéce. Il eſt vrai que de ſi fréquens rafraîchiſſemens rallentiroient un peu les décharges de l'artillerie ; mais il eſt vrai auſſi qu'on en tireroit pluſieurs avantages.

Le premier, de conſerver les piéces, & de les mettre en état de ſuffire pour la durée d'un ſiége : le ſecond, d'obliger ceux qui ſont chargés de la fonte des boulets, d'avoir un ſoin particulier

particulier de les faire bien ébarber, de faire faire les coquilles autant ſphériques dans leurs concavités qu'elles peuvent l'être : le troiſiéme, de faire tourner des cylindres de bois de la longueur du diametre d'un calibre, dont un bout ſeroit coupé en angle droit, & l'autre creuſé en demi-ſphere, pour recevoir le boulet juſqu'à ſon demi-diametre. Cela produiroit pluſieurs bons effets.

1°. On ſe paſſeroit, ſi on vouloit, de fourage pour bourrer la poudre, & l'on ne s'en ſerviroit que pour faire tenir le boulet dans le bout creux du cylindre ; ce qu'on ne pourroit faire ſans bourrer & refouler en même-tems la poudre, puiſque le cylindre tiendroit lieu de bourre.

2°. Le boulet ainſi ſuſpendu au milieu de l'ame du canon, en ſortiroit ſans y toucher, & n'y feroit par conſéquent ni ricochets, ni écorchemens.

3°. Le cylindre rempliſſant exactement l'ame du canon, feroit plus de réſiſtance à la poudre enflammée que la bourre qui mollit, & qui empêche par ſon reſſort que la poudre ne faſſe

ſur le boulet toute l'impreſſion dont elle eſt capable ; d'où il s'enſuit que le boulet doit aller plus droit & plus loin qu'à l'ordinaire.

4°. On mettroit près d'un tiers moins de tems à charger, puiſqu'on ne bourreroit qu'une fois.

Il y a une autre cauſe, qui met ſouvent une piéce de canon hors d'état de ſervir avant qu'elle ſoit endommagée conſidérablement par ailleurs : c'eſt la lumiere qui devient ſi grande par les fréquentes décharges de la piéce, qu'on eſt obligé d'y remettre un grain, ou de la remettre à la fonte. Mais ces grains coûtent beaucoup à mettre, & ne durent pas long-tems ſans ſauter, parce que quelques meſures qu'on prenne pour les incorporer en quelque façon avec la piéce, ce qui ſeroit le ſeul moyen de les faire durer, on n'en viendra jamais à bout ſans mettre la piéce en fuſion ; ce qui coûteroit preſque autant qu'il en coûteroit pour la refondre, & la rejetter en moule.

L'étain qui entre dans la compoſition du métal dont on fait les canons, rend ce métal plus ferme, plus dur,

mais plus fragile auſſi. Ses parties ſont plus faciles à ſe déſunir, parce que celles de l'étain, qui ſont beaucoup moins rameuſes & moins entrelaſſées que celles du cuivre, venant à ſe mêler avec elles, les dérangent conſidérablement, empêchent que leurs rameaux ne ſe lient, & ne s'embarraſſent les uns dans les autres comme auparavant ; de ſorte que les parties du cuivre & de l'étain ſe touchant dans leur mêlange ſans beaucoup s'embarraſſer, prennent un arrangement à peu près ſemblable à celui des parties du verre. Les parties de l'étain ſe mettent même par petits grumeaux, pour ſe ſéparer en quelque façon de celles du cuivre, avec leſquelles elles ont de la peine à ſe bien lier ; ce qui ſe remarque par le moyen d'un bon microſcope.

Ce qui fait que le feu qui ſort par la lumiere du canon avec toute la vîteſſe que lui cauſe la petiteſſe de ce paſſage, emporte peu à peu ces petits grumeaux d'étain déjà bien ébranlés, & comme à demi-fondus par la chaleur de la piéce, écroît la lumiere, dont il rend la ſurface intérieure toute irréguliere & toute raboteuſe par l'ab-

ſence de ces petits grumeaux d'étain, qui laiſſant de petites cavités entre les parties du cuivre qu'elles ont abandonnées, font que ces dernieres ſe détachent à leur tour avec d'autant plus de facilité, qu'elles donnent plus de priſe au ſouffle violent du feu qui ſort par cet endroit.

Ainſi la lumiere du canon devient ſi grande par les fréquentes décharges qu'on lui fait faire, qu'on eſt obligé de le renvoyer à la fonte, ou d'y remettre un grain quand il n'eſt pas endommagé par ailleurs. Mais comment apporter quelque remede à ces inconvéniens? Le voici.

S'il eſt vrai, comme nous venons de le dire, que la lumiere d'un canon ne s'écroît ſitôt, que parce que les parties de l'étain & du cuivre qui ſont la compoſition du métal dont il eſt formé, ne ſont preſque jamais ni bien mêlées, ni bien incorporées enſemble, & qu'il y demeure quantité de grumeaux d'étain, que le ſoufle violent du feu détache avec tant de facilité, il faut trouver un moyen de les mêler, ſinon parfaitement, du moins autant qu'elles le peuvent être.

On en viendra à bout en quelque façon, ſi l'on prend ſoin d'agiter long-tems le métal dans le fourneau, & de maniere qu'il le ſoit partout également. Mais cette agitation ſi exacte ne peut avoir lieu que dans une petite quantité de métal. Dans les fontes ordinaires de canons, où l'on emploie juſqu'à ſoixante & quatre-vingt mille livres de métal & plus, il n'eſt guères poſſible d'agiter partout une ſi grande maſſe : trop de choſes s'oppoſent à une agitation ſi néceſſaire ; la quantité du métal, la grande étendue intérieure du fourneau, la petiteſſe des portes de ce fourneau, la chaleur preſque inſurmontable qui en ſort, le refroidiſſement du métal, quand les portes ſont trop long-tems ouvertes, &c.

Il faut donc recourir à quelque remede plus ſûr, plus prompt & moins embarraſſant, que celui de l'agitation & du mêlange parfait, auquel il eſt ſi difficile de parvenir, & qu'on ne doit jamais pourtant négliger.

En voici un qui peut paſſer pour infaillible, & qui eſt très-facile à mettre en uſage. Il n'y a qu'à former de bons grains de cuivre de Suede, d'une groſ-

ſeur proportionnée à celle des piéces pour leſquelles on les deſtine ; bien battre ou forger ces grains à froid pour en reſſerrer les pores, & les placer dans les moules à l'endroit où doit ſe trouver la lumiere du canon. Le métal qui entrera dans ces moules, fera fondre par ſa chaleur pluſieurs lignes d'épaiſſeur des grains avec leſquels il ſe liera, & ſe fondra parfaitement. Des grains de cette nature ne manqueront jamais ; & la lumiere qu'on y percera, ſe trouvant fortifiée par une épaiſſeur conſidérable d'un métal ſans mêlange, & dont toutes les parties ſe trouveront parfaitement homogénes, durera aſſez long-tems pour ne mettre jamais la piéce hors d'état de ſervir ; & ſi elle vient à s'écroître un peu par un très-long uſage, elle conſervera toujours une figure parfaitement ronde.

Lettre de M. Moratre, Mémoires de Trévoux, Mars 1710. page 506.

BIBLIOTHEQUE

DE PHYSIQUE

ET D'HISTOIRE NATURELLE.

PHYSIQUE PARTICULIERE.

ARTICLE PREMIER.

Quelques observations générales sur les Météores.

ON distingue trois sortes de régions dans l'air, l'inférieure, la moyenne, & la supérieure. L'inférieure est l'air qui nous environne, & qui s'étend jusqu'au sommet des montagnes ordinaires; la moyenne est depuis le sommet de ces montagnes jusqu'à la cime des plus hautes; la région supérieure s'étend depuis le sommet de ces hautes montagnes jusqu'à la sphere du feu.

Dans la premiere région de l'air s'engendrent les brouillards, les frimats, les feux folets, &c. Dans la ſeconde, ſe forment les éclairs, les tonnerres, la foudre, la grêle, la pluie, la neige, les dragons volans, les lances, les flambeaux, l'arc-en-ciel, les parélies, les verges & les couronnes. Dans la troiſieme, ſe forment les étoiles tombantes & les cometes, & même quelquefois plus haut.

Il y a de deux ſortes de matieres pour former en général les Météores; la prochaine & l'éloignée. L'éloignée eſt l'eau & la terre; la prochaine eſt la vapeur & l'exhalaiſon. On ſçait qu'il y a de la différence entre vapeur & exhalaiſon. La vapeur ſort des corps humides, comme de l'eau, de l'huile & du vin; l'exhalaiſon part d'un corps ſec & aride, comme de la terre, des ſouffres, des bitumes, des réſines, & des vitriols.

La matiere prochaine des Météores ſecs n'eſt qu'une grande quantité d'exhalaiſons graſſes, huileuſes, gluantes, terreſtres, bitumineuſes, & par conſéquent très-combuſtibles, qui partent de leur corps naturel par la vigueur

vigueur du Soleil & des autres Aſtres, qui en les faiſant exhaler, les ſpiritualiſent par leur vertu générative; ce qui n'empêche pas qu'elles ne retiennent la qualité du corps dont elles partent.

Il faut obſerver, qu'il y a des feux ſoûterrains qui contribuent beaucoup à l'élévation de ces exhalaiſons. Apportons l'exemple le plus familier, qui arrive dans la premiere région de l'air. Les feux folets ſont les plus communs; leur matiere n'eſt que cette exhalaiſon viſqueuſe, graſſe & gluante, & par conſéquent ſuſceptible de feu, attirée par le Soleil, & les autres corps céleſtes. Ils ſont fort agiles; c'eſt pourquoi ils courent dans l'air au premier mouvement: ils s'engendrent ordinairement ſur les cloaques, ſur les cimetieres & ſur les marais, à cauſe qu'il y a quantité de ces exhalaiſons graſſes & viſqueuſes. Voici comme cette matiere s'enflamme.

Ces exhalaiſons étant reſſerrées, ſont quelquefois allumées le jour par l'ardeur du Soleil; ce que nous n'appercevons pas, à cauſe qu'une grande lumiere en efface une petite. Ils peuvent

auſſi être allumés par le mouvement de quelque corps circonvoiſin. Il y a dans tous les corps une certaine quantité d'élixir, de quinteſſence de feu, que l'Auteur appelle matiere animale, & qu'il dit être à peu près la matiere ſubtile de Deſcartes, ou la matiere premiere des Philoſophes. Cet élixir étant ſubtilement tiré, n'a pas de peine à enflammer une matiere auſſi combuſtible, que l'eſt celle des feux folets. Il y en a quantité dans les ſels, dans les ſoufres, dans les bitumes & dans les réſines. De-là vient que la pierre du tonnerre qui en eſt compoſée, en produit en quantité; & ne ſçait-on pas qu'il ne faut que preſſer l'air fortement pour en faire ſortir? Par exemple, la roue d'un carroſſe (où il y aura tant ſoit peu de graiſſe & d'eau-de-vie) roulant avec impétuoſité, produira de la flamme par cette conſtriction d'air qui en ſortira. Ces eſprits ſont ordinairement dilatés, & n'ont pas d'effet s'ils ne ſont reſſerrés; mais s'ils le ſont tant ſoit peu, ils s'enflamment auſſitôt. Les rayons du Soleil n'enflamment pas les matieres combuſtibles; mais ſi

on reſſerre ces rayons par le moyen d'un cryſtal concave, le corps où portera le rayon, n'aura pas de peine à s'enflammer.

Selon l'Auteur de cette Diſſertation, il y a de la différence entre les eſprits ſubtils du Soleil, & la matiere animale dont nous avons parlé. Il croit que cette matiere qu'il dit être l'ame univerſelle, a été créée ſéparément de toutes les autres choſes : elle eſt portée par l'air qui lui ſert de véhicule, dans toutes les parties du monde. Cette matiere animale a beaucoup d'effet lorſque le Soleil eſt ſur notre horiſon, parce que trouvant des eſprits qui s'ympatiſent avec ſes qualités, elle agit avec plus de force & de pénétration. Cette matiere agitée & preſſée par quelque corps ſe trouvant auprès de ces exhalaiſons combuſtibles, les enflamme ; ces exhalaiſons enflammées, c'eſt ce que nous appellons feux folets.

Le peuple croit que ces feux folets ſont véritablement des eſprits, qui ſouvent ont la malice de conduire dans d'affreux précipices les voyageurs,

qui les voyant paroître, cherchent à leur échapper ; mais l'effet de ces feux peut s'expliquer aiſément.

Le Cavalier qui veut fuir, agite l'air par où il paſſe ; & même par la circulation d'air qu'il cauſe autour de lui, il entraîne par la même raiſon tous les corps légers qui ſont aux environs de cet air agité. Si vous voulez que ces feux ne vous atteignent point, il faut n'agiter l'air que le moins que vous pourrez. Leur flamme eſt lumineuſe ; mais elle ne brûle en aucune ſorte, parce qu'elle eſt trop rare & trop ſubtile. Si vous mouillez votre doigt dans de l'eſprit de vin, & que vous l'expoſiez à la flamme d'une bougie, vous verrez la flamme entourer votre doigt ſans qu'il en ſoit brûlé, parce que cette flamme eſt trop ſubtile & trop ſpiritueuſe. On appelle ces feux Caſtor & Pollux, quand on les voit tous deux enſemble. Pline rapporte que c'eſt un heureux préſage. Quand il n'y en a qu'un ſeul, on le nomme Hélene. Le même Auteur dit que le préſage en eſt funeſte.

Paſſons aux feux qui s'allument le plus ordinairement dans la moyenne

région de l'air, & commençons par le tonnerre.

Lorſque cette matiere viſqueuſe & combuſtible, ou exhalaiſon terreſtre dont nous avons parlé, eſt ſerrée & détenue entre deux nuées froides & humides, pour lors trouvant ſon contraire, elle fait un effort pour ſortir de priſon ; ce qui forme le formidable bruit qui ſe fait entendre ſur nos têtes ; & l'agitation qu'elle fait dans ce mouvement furieux, fait écarter la nuée, & par la colliſion nous fait entendre ce que nous appellons tonnerre. Le feu s'allume par la violente agitation de ces deux corps, & il peut être auſſi allumé par l'ardeur du Soleil avant que d'y être empriſonné ; & cela peut encore arriver par la chûte de quelque étoile, qui viendra à finir ſa courſe ſur cet amas de matiere ſuſceptible de flamme.

On objectera peut-être que ſouvent l'on entend le tonnerre gronder, lors même que le tems eſt très-ſerain ; ce qui paroît prouver que ce ne ſont point ces exhalaiſons enfermées dans les nuages qui forment le tonnerre. L'Auteur répond, qu'il falloit abſolu-

ment qu'il y eût des nuages qui ne fuſſent pas éloignés, dans leſquels étoient empriſonnées ces exhalaiſons, qui s'agitoient avec une extrême violence.

L'Auteur diſtingue trois ſortes de tonnerres. Si les exhalaiſons ſont formées de matieres ſulfurées, huileuſes & bitumineuſes, pour lors leur effet eſt de brûler & de noircir, mais non pas de rompre. Si elles procedent d'une matiere ſulfurée & nitreuſe, pour lors il ſe fait un grand bruit; elles fracaſſent tout ce qu'elles rencontrent, & il ſe forme une pierre de ce ſoufre & de ce ſalpêtre, fixée par quelque eſprit aſtringent qui s'y trouve, étant preſſée vivement entre ces deux nuages. S'il y a quantité de ſel volatile, & s'ils abondent en cet eſprit pénétrant, vitriolique & calcinant, ils calcinent la lame d'une épée dans ſon fourreau, & fondent de l'argent dans une bourſe, ſans que le fourreau ni la bourſe ſoient brûlés, ni offenſés. Ces eſprits n'agiſſent que contre ce qui leur fait le plus de réſiſtance, comme on le voit dans l'expérience de l'eau forte, qui

grave & mange le fer, ſans altérer ni toucher la cire.

C'eſt dans la troiſiéme région de l'air que s'engendrent les cometes, & quelquefois bien au-deſſus. La matiere dont nous avons parlé, eſt auſſi celle des cometes. Les exhalaiſons en ſont extrêmement huileuſes, graſſes & viſqueuſes, & même en plus grande quantité; ce qui eſt cauſe que le feu agit plus long-tems ſur cette matiere humide, mais néanmoins très-combuſtible. Il faut pourtant que parmi cette vapeur onctueuſe, il y ait quantité d'eſprits terreſtres & bitumineux qui retiennent la flamme.

Les cometes s'offrent ſous différentes formes, en étoiles chevelues & barbues, en forme d'épée & de hache à courte & longue queue, & en telles manieres qu'il plaît au hazard & à la forme de la matiere.

Si le Soleil eſt directement oppoſé à ces cometes, & qu'il darde avec force ſur cette matiere, il fait paroître des rayons viſibles par une radiation ſinguliere en forme de chevelure, de barbe, ou autre choſe, ſelon que la

matiere eſt rare & ſerrée. Si ces cometes ſont à queue, c'eſt que le Soleil porte ſes rayons viſibles ſur une matiere propre à les recevoir ; ce qui fait paroître la queue.

Il faut bien que cette queue que nous voyons ne ſoit pas enflammée, parce qu'elle brilleroit autant que la forme de l'étoile qui paroît à ſon commencement ; & pour preuve de cela, c'eſt que la queue eſt plus large à la fin qu'au commencement ; ce qui fait voir que ce n'eſt qu'une radiation. Si c'étoit un feu allumé, le principe du feu eſt de monter ; par conſéquent le commencement ſeroit plus large & la fin plus étroite, en maniere de pyramide.

Mais ſi c'étoit un globe, qui recevant la lumiere du Soleil, la reproduisît par une longue ſuite qui formât cette queue, ſur quoi cette radiation ſe formeroit-elle ? La réponſe de l'Auteur eſt, qu'il y a quantité de cette matiere non encore enflammée, qui eſt à l'entour de ce globe de feu qui paroît comme une étoile ſur quoi la réverbération du Soleil ſe forme ; &

le Soleil dardant ſes rayons ſur les parties les plus reſſerrées, renvoie une longue réflexion en forme de queue. La preuve de la réflexion eſt évidente, puiſque ſi le Soleil eſt d'un côté, la queue eſt toujours de l'autre; de ſorte qu'on voit manifeſtement qu'elle prend la lumiere de lui.

On objectera ſans doute, que la lumiere du Soleil ne peut pas être réfléchie ſur un corps allumé, & tout à fait embrâſé; ce qui eſt vrai: mais ce globe allumé qui aux yeux paroît une étoile, ne l'eſt qu'en de certaines parties, & ne s'embrâſe pas ſi facilement qu'il le feroit dans la baſſe région de l'air, parce qu'il eſt proche de ſon élément; de-là vient la longue durée des cometes.

Elles ont trois mouvemens. Le premier, d'Orient en Occident, comme les étoiles. Le ſecond, d'Occident en Orient, à peu près comme Vénus. Et le troiſiéme eſt d'une latitude incroyable, vers le Septentrion ou le Midi.

On demande ſi les cometes ſont quelquefois au-deſſus de la Lune.

Quelques-uns ſont pour la négative; mais il ſemble qu'il n'y ait aucune difficulté à ſoutenir le contraire, puiſqu'au-deſſus de la Lune la matiere eſt aſſez rare, pour qu'elle laiſſe un libre paſſage aux cometes. Nous pourrions ajouter pour ſeconde preuve, les courſes immenſes que les cometes ſont en très-peu de tems.

L'extraordinaire du Mercure pour le quartier d'Avril 1681. Tome XII. page 96.

ARTICLE II.

Diſſertation ſur le feu Boréal.

LE feu Boréal eſt un amas d'exhalaiſons nitro-ſulfureuſes répandues dans l'air vers le Nord, où le reflux de l'air les a accumulées, leſquelles n'étant renfermées dans aucun nuage ſenſible, repréſentent à nos yeux une admirable alternative de lumiere & d'obſcurité, après avoir été embrâſées, ſoit par le mouvement naturel des eſprits de nitre, ſoit par les vents contraires, ſoit enfin par le reflux de l'air.

De cette définition l'on tire huit conſéquences. La premiere, que les feux Boréaux doivent paroître ordinairement après l'équinoxe d'Automne, parce que c'eſt vers ce tems-là que le Soleil quitte notre pole, & que l'air commence à refluer vers la partie Septentrionale.

La ſeconde, que le reflux de l'air d'un pole à l'autre donne occaſion à

divers embrâſemens, ſelon que la quantité d'exhalaiſons qu'il a ramenées eſt conſidérable ; enſorte que ceux qui paroiſſent les premiers, doivent toujours être les plus vifs & les plus lumineux, comme trouvant beaucoup plus de nourriture que ceux qui arrivent après.

La troiſiéme eſt, que les hyvers ſecs doivent être regardés comme des préſages preſque aſſurés de quelques feux boréaux, parce qu'en premier lieu de tels hyvers dénotent, que les ſoufres & les nitres de l'air ſont plus épurés de vapeurs terreſtres, & en ſecond lieu, que des hyvers de cette nature ſont ordinairement accompagnés de quelques petits vents de Nord, capables de refouler les vapeurs dont il s'agit, & de les embrâſer par ce refoulement.

La quatriéme eſt, que la lumiere du feu Boréal doit toujours prendre ſon origine dans la région Septentrionale.

La cinquiéme eſt, que ce qui arrive ſous un pole, peut en ſon tems arriver ſous un pole oppoſé.

La ſixiéme, que la lumiere du jour

doit nous cacher ces feux, qui alors ne ſeroient apperçus que de ceux qui habitent ſous un même Méridien, & ſous les points oppoſés d'un même parallele de latitude ; enſorte que la différence de leur longitude eſt toujours de cent quatre-vingt dégrés, quoiqu'ils ſoient en même zone, en même climat, & en même élévation de pole.

La ſeptiéme eſt, que les peuples qui n'ont que très-peu, ou qui n'ont point du tout d'élévation de pôle, tels que ceux qui habitent ſous la Zone Torride, ne doivent point appercevoir la lumiere du feu boréal, cette lumiere ne pouvant tout au plus être à leur égard, que comme celle du crépuſcule.

La huitiéme enfin eſt, que les vents qui ſoufflent du Nord entre l'equinoxe d'Automne & l'équinoxe du Printems, doivent être extraordinairement froids, parce que, dans cet intervalle de tems, l'air abonde en un ſel de nitre, dont les particules ſont autant de petits aiguillons, qui picotent la chair, & lui cauſent par ce picotement le ſentiment du froid.

Voici comment l'Auteur explique ce flux & ce reflux de l'air, ſur lequel ſon ſyſtême eſt appuyé.

Lorſque le Soleil éclaire une contrée, ſes rayons ne peuvent tomber ſur la terre ſans traverſer la maſſe de l'air ; & quand ils ſont tombés ſur cette terre, ils réfléchiſſent plus ou moins, ſelon qu'ils ont plus ou moins de force. Or ces rayons ne peuvent paſſer & repaſſer ainſi dans l'air, ſans communiquer une partie de leur pirouettement à la maſſe de l'air la plus proche de la terre, laquelle maſſe eſt plus à portée de recevoir l'action des rayons réfléchis.

Ces petits corps aériens étant ainſi contraints de pirouetter, ſe choquent & ſe chaſſent les uns les autres : puis ſe trouvant plus au large, ils ſe déplient, ſe redreſſent & s'étendent autant qu'il eſt poſſible ; ce qui ne ſe peut faire qu'une portion conſidérable de cet air ne s'écoule au loin, & ne ſoit portée hors de l'horiſon, c'eſt-à-dire, vers les contrées que le Soleil n'échauffe point alors : d'où il ſuit, qu'une grande quantité des parties, qui avant d'être raréfiées étoient contenues dans

un certain horiſon, ne peuvent plus y être renfermées, lorſque le Soleil les a dilatées. Ces parties d'air ſont donc obligées, pour la plûpart, de ſe retirer par tous les points du cercle horiſontal, principalement ſi le Soleil éclaire à plomb le centre de l'horiſon, en répondant perpendiculairement au point vertical. Cela poſé, lorſque le Soleil diſparoît de l'horiſon, & que ſes rayons n'ont plus, ou n'ont que très-peu de force & d'action, les particules de l'air ceſſent peu à peu de pirouetter, & ſe rapprochent inſenſiblement les unes des autres ; mais comme elles ſont trop flexibles pour pouvoir ſoutenir l'effet, que l'air qui s'étoit écoulé dans les environs fait pour refluer, elles ſe reſſerrent, ſe replient, ſe condenſent, & donnent par ce moyen à l'air froid l'occaſion de revenir & de *s'ébouler* vers les endroits où il trouve moins de réſiſtance, qui ſont les climats que le ſoleil quitte.

Il y a là-deſſus quatre obſervations à faire. La premiere, que cet effort de l'air froid n'eſt autre choſe que ſa peſanteur, qui le pouſſe vers le centre de la terre. La ſeconde, que l'air

qui revient, n'eſt pas toujours celui que la chaleur a écarté; mais que c'eſt preſque toujours celui qui eſt ſupérieur, c'eſt-à-dire, le plus éloigné de la réfléxion des rayons ſolaires. La raiſon en eſt, que cet air étant moins raréfié que celui qui eſt voiſin de la terre, il *s'éboule* naturellement par des lignes différentes ſur celui qui eſt deſſous. Or cet *éboulement* fait qu'un air voiſin prend la place de celui qui *s'éboule*; ce qui forme une eſpéce de circulation dans cette partie de l'atmoſphere. En un mot, la raréfaction cauſant une eſpece de vuide dans l'air inférieur, oblige l'air ſupérieur à s'affaiſſer par ſon propre poids, & à venir occuper ce vuide.

La troiſiéme obſervation eſt, que l'air ſupérieur, quoique très-éloigné de la terre, & par conſéquent hors d'état d'être beaucoup échauffé & fermenté, ne laiſſe pas de l'être ſuffiſamment eu égard à l'autre air ſupérieur qui n'eſt pas éclairé du Soleil, & qui répond à une autre contrée; enſorte qu'il doit ſe faire, dans cette partie de la maſſe élémenatire, un changement à peu près ſemblable

à

à celui qui arrive à l'air inférieur.

La quatriéme & derniere observation est, 1°. Que ce flux & reflux de l'air ne peuvent se faire sans causer un peu de vent, selon que la raréfaction a été plus ou moins grande. 2°. Que c'est à cette fermentation & à cet *éboulement* de l'air, qu'on doit attribuer plusieurs vents réglés & périodiques, tel, par exemple, qu'est celui qui sous la Zone Torride souffle tous les matins d'Orient en Occident, & celui qu'on éprouve par tout avant le lever du soleil.

Si le flux & le reflux de l'air, dans les Equinoxes, n'est point absolument sensible, on ne doit pas s'en étonner, & il n'en est pas pour cela moins réel. Il en est comme de celui de la mer, qui n'est point sensible à ceux qui voguent sur les ondes & loin du rivage, quoique ceux qui sont sur les côtes en apperçoivent parfaitement les mouvemens & les différences.

Notre Auteur finit sa Dissertation par une conclusion générale, qui se réduit à ces quatre articles. 1°. Qu'on peut admettre dans la masse de l'air un flux & un reflux d'un pôle à l'autre,

lequel arrive au pôle arctique dans le tems des Equinoxes, c'eſt-à-dire, le flux à l'équinoxe du Printems, & le reflux à celui de l'Automne. 2°. Que le Soleil, par ſes rayons, peut être la cauſe du flux & du reflux de l'air, comme la Lune, par le preſſement de ſon tourbillon, peut être la cauſe du flux & du reflux de la mer; avec cette différence, que la mer paroit deux fois haute & baſſe dans l'eſpace de 24 heures, & que l'air ne flue & ne reflue qu'une fois tous les ans. 3°. Qu'on peut attribuer au reflux de l'air vers le pôle la quantité prodigieuſe d'exhalaiſons qui s'y ramaſſent, & s'y embraſent en Automne & en Hiver. 4°. Que c'eſt dans cet embraſement que conſiſte la nature du feu boréal.

Journal des Sçavans, Novembre 1733. page 653.

ARTICLE III.

Sur la cauſe & la nature du Tonnerre & des Eclairs.

IL y a, ſelon le P. Dufeſc Auteur de cette Diſſertation, une ſi grande reſſemblance entre les effets du tonnerre & ceux de la poudre à canon, que l'on ne peut preſque point douter que leur nature ne ſoit à peu près la même. La poudre à canon venant à s'enflammer, donne une lumiere très-vive qui ſe diſſipe en un inſtant ; & lorſqu'elle s'enflamme dans un lieu étroit, elle produit un bruit très-conſidérable. La poudre à canon fait ſauter les tours & les murailles, briſe & renverſe tout ce qui la reſſerre, répand au loin une grande puanteur ; enſorte qu'on peut la regarder comme un tonnerre artificiel.

L'on peut conclure de-là, que la matiere du tonnerre, eſt une matiere ſaline, ſulfureuſe, de-même que celle de la poudre à canon ; & ce qui ſem-

ble encore prouver que cette matiere eſt la même, c'eſt que, ſelon les plus exactes obſervations des Chymiſtes, les corps combuſtibles ne ſont combuſtibles que par les ſels & les ſoufres qui les compoſent, quoique cependant tous les corps où entrent ces principes, ne ſoient pas pour cela inflammables, cette diſpoſition à s'enflammer dépendant de la maniere dont les principes ſont combinés, préparés & mêlés.

Les ſoufres & les ſels étant donc le fond de la poudre à canon, il y a toute apparence qu'ils le ſont auſſi de la matiere du tonnerre. Mais quelle eſt la nature de ces ſels, & par quelle préparation deviennent-ils capables dans la poudre à canon de produire les effets ſurprenans qu'ils produiſent? C'eſt ce qu'il faut expliquer.

Le ſel nitre qui entre dans la poudre, contient beaucoup d'eſprits acides volatils. Le ſoufre & le charbon donnent une huile très-ſubtile; mais ni le nitre, ni le ſoufre, ni le charbon pris ſéparément, ne ſont point capables de produire les effets qu'ils produiſent dans la poudre à canon.

En effet le nitre mis ſur un feu ardent fond; mais il ne s'enflamme pas, & il ne fait aucune détonation, à moins qu'on n'y mêle du charbon pulvériſé. Le ſoufre fond de-même au feu; il s'y éleve en fleurs, ſe conſume peu à peu en jettant une petite flamme bleue: quant au charbon pulvériſé, il ne prend feu que par parties, & s'éteint auſſi-tôt. Queſt-ce donc qui rend dans la poudre à canon ces trois ſubſtances capables des effets qu'elles produiſent? C'eſt la préparation particuliere qu'elles reçoivent. On les mêle enſemble dans une certaine proportion; on les arroſe avec de l'eau ou de l'eſprit de vin; on les pile dans un mortier pendant 24 heures; on les humecte enfin de nouveau; on tamiſe enfin toute cette matiere, & on la paſſe par un crible pour la grener: mais avant toutes choſes on a ſoin que le nitre que l'on y emploie, ſoit bien rectifié, & le ſoufre bien écumé.

Toutes ces préparations doivent aboutir à rendre la poudre à canon capable des divers effets qu'on y remarque. 1°. En rectifiant le ſalpêtre & en écumant le ſoufre, on dépouille

l'un du ſel fixe qu'il contient, & l'autre des parties terreſtres qui y ſont mêlées; ce qui met ces deux matieres en état de ſe raréfier. 2°. En ajoutant du charbon pulvériſé, on fournit une matiere huileuſe très-ſubtile, très-inflammable, & dont les parties légeres & ſpongieuſes contiennent beaucoup d'air & de matiere éthérée. 3°. En broyant toutes ces ſubſtances pendant long-tems, on fait qu'elles ſe mêlent & s'incorporent plus intimément les unes avec les autres. 4°. En les arroſant avec de l'eau ou avec de l'eſprit de vin à me ure qu'on les pile, on en lie davantage les parties, qui formant par cette liaiſon un corps viſqueux, enferment beaucoup d'air entr'elles, & l'y arrêtent comme dans des entraves, d'où il ne peut ſe dégager. 5°. En criblant cette poudre, on produit deux effets dont l'utilité eſt manifeſte pour lui donner ſa force. Le premier eſt, qu'il ſe forme des grains de toute cette matiere, laquelle par conſéquent admet de grands intervalles pleins d'air. Le ſecond, que la ſubſtance de chaque grain devenant, par le moyen du crible plus ſerrée & plus

preſſée, met plus à l'étroit l'air qu'elle renferme, & l'empêche davantage de s'échapper lorſqu'elle vient à ſécher; enſorte que chaque grain de poudre, & chaque partie d'air qui ſe trouve entre les grains, doivent être regardés comme autant de petits balons, tout prêts à ſe dilater avec violence au moment qu'un ferment tel que le feu, viendra détruire la force qui contraint leur reſſort.

Le feu le plus puiſſant de tous les fermens, venant à ſecouer & à déſunir les petites parties des grains où il tombe, délivre l'air qui s'y trouve renfermé: cet air ainſi mis en liberté, ſe dilate avec force; & par cette dilatation faiſant enſuite dilater ou bouillonner avec lui les parties déſunies, il arrive que celles-ci ſecouent & déſuniſſent tout de-même, par leur mouvement, les petites parties des corps voiſins: ces dernieres ſecouées par celles-là, doivent bouillonner encore; & ainſi tout l'air enfermé dans les grains, & celui qui occupoit les intervalles ſemés entr'eux, ne trouvant plus rien qui le retienne, ſe débande de tous côtés & preſque à

la fois. La matiere éthérée agiſſant en même-tems de toutes ſes forces ſur toutes ces particules déſunies de proche en proche les unes par les autres, fait bouillonner avec elle toute cette matiere fondue, & la détermine à prendre un mouvement de tourbillon très-véhément; d'où réſulte la lumiere de la poudre embraſée, la raréfaction ſubite, & l'exploſion de tous les corps qui s'oppoſent à cette raréfaction.

Selon l'Auteur, la matiere du tonnerre eſt compoſée de ſels eſſentiels & volatils, de ſoufres ou d'huiles parfaitement raréfiés, les uns & les autres de différentes eſpéces; & ces principes, on doit s'attendre qu'ils auront encore plus de force dans le tonnerre, s'ils n'entrent dans ſa compoſition, que lorſqu'ils ſont parfaitement dégagés de toute matiere étrangere. Auſſi le feu du tonnerre eſt plus pénétrant que celui de la poudre, & il produit des effets dont la poudre embraſée ne ſauroit être capable.

Tout le monde ſait, que parmi les exhalaiſons que la chaleur centrale de la terre & la chaleur extérieure du Soleil,

Soleil ſont ſans ceſſe élever, il y a quantité d'exhalaiſons ſalines & d'exhalaiſons ſulfureuſes. Ces exhalaiſons, de même que les vapeurs, ne montent que par le mouvement de tourbillon qu'elles reçoivent de la chaleur: c'eſt ce mouvement qui les rend plus légeres qu'un égal volume d'air, parce que la force de leur mouvement turbinaire agiſſant en tous ſens, réſiſte à celle qui les pouſſe en bas, deſorte qu'elles ne recommencent à retomber, que lorſque *le tourbillonnement* diminue à un certain point, ou périt tout à fait; & même elles ne tombent pas toujours alors, la moindre agitation de l'air ſuffiſant pour arrêter leur chûte. Ainſi, ſelon notre Auteur, les globules des vapeurs & les globules des exhalaiſons répandues dans l'air, ſont autant de tourbillons tout prêts à ſe dilater, mais retenus en violence par la force de l'air qui les environne.

Le P. Dufeſc, après un grand nombre de raiſonnemens ſur les divers tourbillons qui ſe forment dans l'air lorſqu'il eſt rempli de nuées, obſerve

avec les Chymiſtes, que ſi on mêle de l'eſprit de nitre avec de l'eſprit de vin, la liqueur s'échauffe de telle maniere en moins d'une heure, qu'on ne peut y ſouffrir la main, & que ſi le vaiſſeau eſt bouché, les vapeurs qui s'en élevent, font ſauter le bouchon, ou caſſent le vaiſſeau. Il obſerve encore que l'eſprit de nitre bien pur & bien déflegmé, mêlé avec de l'huile eſſentielle de quelque plante aromatique, peut s'échauffer au point de s'enflammer. De ces expériences l'on doit conclure, que les acides mêlés avec les ſoufres peuvent s'échauffer extraordinairemcnt; & que ſi les uns & les autres ſont bien purifiés, ils ne pourront manquer de s'enflammer lorſqu'ils ſeront mêlés enſemble. Ainſi les ſels & les ſoufres, auſſi parfaitement purifiés qu'ils le ſont dans les nues, venant à ſe mêler enſemble d'une certaine maniere, doivent inceſſamment prendre feu, & s'enflammer avec violence. Or de même que la poudre à canon éclate, lorſque le bouillonnement de ſes petites parties eſt devenu aſſez fort pour

prévaloir aux obſtacles qui s'oppoſent à ſa prompte raréfaction : de même la matiere du tonnerre éclate, lorſque ſes petits tourbillons ſont devenus aſſez forts pour vaincre tous les obſtacles, ce qui demande un certain tems ; parce qu'afin qu'un tourbillon éclate, il faut qu'il acquiere aſſez de force, non-ſeulement pour vaincre les tourbillons voiſins, mais encore pour vaincre avec ceux-là tous les autres tourbillons de la nuée, puiſqu'il butte contre tous ; & voici comment tout cela s'accomplit.

Tandis que le *tourbillonnement*, ou le reſſort général d'un grand tourbillon croît inceſſamment par l'augmentation continuelle de la viteſſe de ſes petits tourbillons, les grands tourbillons qui ſont auprès, ſe déchargent à leur tour de leurs vapeurs ; ce qui diminue d'abord leurs forces, parce que ce qui leur reſte de petits tourbillons pouvant ſe dilater vers l'eſpace abandonné par ces vapeurs, ils agiſſent moins au dehors. Le tourbillon de la matiere du tonnerre étant donc moins preſſé à cauſe de cette diminution de

force dans les tourbillons voiſins, & ſa propre force ayant d'ailleurs conſidérablement augmenté, ſon reſſort ſe débande, ou agit d'abord aſſez librement; & par l'accélération de la dilatation devenant très-ſupérieur au peu d'obſtacles qui reſte, il éclate enfin avec un grand fracas de tourbillons voiſins; ce qui ne ſe peut faire ſans un grand bruit, à cauſe de la prompte & violente compreſſion de tout l'air environnant.

C'eſt alors que cette matiere devient parfaitement lumineuſe: juſques-là ſes petites parties étoient trop gênées dans leur mouvement; elles ne pouvoient acquérir la viteſſe néceſſaire à la production d'une lumiere bien vive, ni former des tourbillons aſſez réguliers pour cela. Mais quand elle éclate, comme elle nâge dans une grande quantité de matiere éthérée, & avec une grande liberté, ſes petites parties prennent tout le mouvement néceſſaire pour former un feu très-ardent & très-brillant. Du reſte, quand ce tourbillon éclate, les portions de la matiere ſubtile du tonnerre

qui n'avoient pas encore reçû toute la préparation néceſſaire, ſont diſperſées toutes en feu, & ſuivent le cours des deux courans d'air qu'elles rencontrent; c'eſt ainſi qu'elles ſerpentent dans la nuée, & que l'éclair ſe partage en différentes branches.

Voici, ſelon l'Auteur, ce qui peut donner occaſion aux ravages du tonnerre. Si des courans d'air oppoſés, mais non pas dans la même ligne, viennent à rencontrer en aſſez grande quantité les tourbillons voiſins de celui qui renferme la matiere du tonnerre, avant qu'elle ſoit entierement prête à éclater, ces courrans détermineront les tourbillons à circuler rapidement autour de cette matiere. Ces tourbillons ne pouvant rouler ſi rapidement autour de celui qui porte la matiere du tonnerre, qu'ils ne forment des tournans d'air, tantôt plus longs, tantôt moins, ſelon la viteſſe & la grandeur des tourbillons, il faut néceſſairement que l'axe de ces tournans tombe ſur la terre, ſi le plan de la circulation eſt parallele à l'horiſon. Or comme il n'y a point d'air le long de l'axe

de ces tournans, & que leurs côtés réſiſtent extrêmement, (ce qui ſe prouve, tant parce qu'ils ſoutiennent tout le poids de l'atmoſphere, que par la force ſurprenante des colonnes de nuées, qui arrachent les arbres, & renverſent les maiſons) ils forment comme un long canon. Cela ſuppoſé, la matiere du tonnerre venant alors à éclater, doit couler pour la plus grande partie le long de ce canon, & y couler avec une extrême rapidité, parce qu'elle ne trouve rien qui puiſſe retarder ſon mouvement de ce côté-là. Arrivant donc ainſi à terre & en grande quantité, elle y doit produire tous les effets ſenſibles dont on a un ſi grand nombre d'exemples. Au reſte, il eſt facile de voir par cette explication, que lorſque le premier tourbillon éclate, il doit quelquefois éloigner de lui les tourbillons voiſins, quelquefois les partager, & quelquefois en précipiter l'éclat. Dans le premier cas, les tourbillons en leur entier vont çà & là à diverſes diſtances, où achevant de ſe diſpoſer à éclater, ils éclatent enfin à leur tour, & un peu au loin.

Dans le ſecond, les portions ſéparées forment de nouveaux tourbillons, mais plus petits, qui éclatent auſſi lorſque leur matiere a reçû la préparation néceſſaire. Dans le troiſiéme, on voit arriver à la fois, ou preſqu'à la fois, deux ou trois éclairs, deux ou trois coups de tonnerre.

Les effets du tonnerre peuvent être diviſés en trois claſſes. La premiere, comprend les phénomenes inſéparables du tonnerre, tels que ſont l'éclair & le bruit. La ſeconde, les circonſtances ordinaires du tonnerre, comme d'être preſque toujours accompagné de pluie, de grêle, de vents. La troiſiéme, les effets qu'il produit lorſqu'il tombe ſur la terre, tels que ſont quelquefois de tuer ſans qu'il paroiſſe aucune bleſſure, de calciner les os ſans en dommager la chair, de renverſer de grands quartiers de muraille, de mettre en éclats les pierres les plus dures, de fondre l'or & l'argent dans une bourſe ſans toucher à la bourſe.

L'Auteur pour préparer l'eſprit des lecteurs à l'explication de ces divers phéno-

menes, commence par faire obſerver, que toutes ſortes de matieres enflammées ne brûlent pas toutes ſortes de corps. On fait une poudre toute ſemblable à la poudre à canon pour la couleur & le grain, laquelle brûle le papier & éteint un charbon ardent. Le célebre feu Grogeois brûloit dans l'eau. On ſçait les effets ſurprenans du Phoſphore de Kunkel : il brûle les corps qui réſiſtent aux feux ordinaires, & il épargne les autres ; il conſerve toute ſa force dans l'eau, & il la perd entierement dans l'eſprit de vin. Sa flamme eſt ſi ſubtile, qu'elle pénetre le papier ſans le brûler, à moins qu'on ne rende le papier cotonneux, en le grattant un peu avec la pointe d'un couteau. Les acides du nitre & pluſieurs eaux fortes diſſolvent certains métaux, comme le fer, l'argent, le cuivre, mais ne diſſolvent pas l'or. L'eſprit de ſel marin & les eaux régales diſſolvent l'or, & ne diſſolvent pas l'argent; tous les autres acides, comme l'eſprit de vinaigre, diſſolvent les moindres métaux. Il y a ſans doute d'autres ſoufres & d'au-

tres ſels inconnus à la chymie, mais parfaitement connus à la nature, qui ne font aucune impreſſion ſur les matieres les plus combuſtibles, & qui embrâſent les corps les plus durs; parce que ces ſoufres & ces ſels extrêmement ſubtils traverſent aiſément les pores trop larges de ces matieres combuſtibles, & ne trouvent pas la même liberté à travers les pores étroits des corps durs. Cela une fois établi, il eſt facile d'en faire l'application au tonnerre.

Par le Pere du Feſc Jéſuite, Journal des Sçavans, Septembre 1727. page 532.

ARTICLE IV.

Explication de divers Phénomenes, ou Effets ſinguliers de l'eau & des exhalaiſons.

C'Eſt l'eau pure, ou du moins l'eau faiſant la plus grande partie d'autres liqueurs, qui rafraîchit l'homme, & le préſerve de la mort. Elle rend les mêmes ſervices à preſque tous les autres animaux. C'eſt par elle auſſi que les terres deviennent fertiles; & les plantes & les fruits lui doivent leur accroiſſement & leur goût. Une expérience faite par un célebre Phyſicien démontre, combien l'eau ſert à aggrandir les plantes. Ayant fait ſécher dans le four deux cens livres de terre, & l'ayant enſuite arroſée d'eau de pluie, il y mit une branche de ſaule de cinq livres, qui en cinq années étoit devenue un arbre de 169 livres, ſans compter les feuilles qui en étoient tombées pendant tout ce tems. Ayant enſuite ſéché & peſé cette terre de nouveau, il ne la trouva diminuée que

de deux onces. C'eſt de la même maniere que de grands arbres s'élevent d'entre des rochers ſtériles, & qu'ils tirent de l'eau ſeule tout leur bois.

Il ſuit de-là que les animaux mêmes doivent la plus grande partie de leur ſubſtance à l'eau ; puiſque les plantes & les fruits dont ils ſe nourriſſent, tirent leur ſubſtance du même élément. Un grand nombre d'expériences nous enſeigne même que l'eau peut ſe changer en terre ; & il eſt fort probable qu'il y a des pierres & des minéraux qui ont la même origine.

Il paroît d'abord difficile de comprendre, comment les exhalaiſons de l'eau peuvent s'élever dans l'air, qui ſurpaſſe l'eau de beaucoup en légereté. Voici, ſelon l'Auteur de cette Diſſertation, l'explication la plus probable que l'on puiſſe donner de ce phénomene. On voit par pluſieurs expériences, qu'une matiere plus ſubtile & plus légere peut s'attacher à des corps plus peſans & plus ſolides : ſi de cette maniere du feu s'attache à des parties d'eau, il peut faire avec elles un corps compoſé plus léger que l'air, tout de-même qu'un morceau de fer

joint à du liége devient plus léger que l'eau, & y ſurnage.

Il eſt ſûr, ſelon les regles de l'Hydroſtatique, que pour qu'un corps s'éleve dans une liqueur, il faut qu'une partie de cette liqueur égale à ce corps l'excéde en poids; qu'il faut que le contraire arrive pour que ce corps deſcende; & qu'il demeurera ſuſpendu ſans monter & ſans deſcendre, quand cette liqueur, dans une partie égale à ce corps, aura la même peſanteur que lui.

Or l'air qui eſt le plus proche de la terre étant preſſé par l'air ſupérieur, ſe reſſerre, occupe moins de place, & par conſéquent doit ſurpaſſer en peſanteur l'autre air, dont le poids diminue à meſure qu'il eſt plus élevé, & qu'il a moins de poids à ſoutenir. Ceci étant poſé, il arrivera que les exhalaiſons compoſées de parties d'eau & de feu, & plus légeres que l'air inférieur, s'éleveront juſqu'à ce qu'elles rencontrent un air d'un poids égal à l'air, & qu'elles y demeureront ſuſpendues dans un parfait équilibre.

A préſent, ſi deux vents ſouflent de deux côtés ſur ces exhalaiſons, ils

les resserrent, augmentent leur pesanteur, & les font descendre par gouttes : un seul vent peut faire le même effet, quand il pousse les nuages vers un air plus élevé & plus léger ; alors les parties de feu se détachent de celles d'eau avec plus de facilité, & ces exhalaisons devenues plus pesantes, ne peuvent plus être soutenues par l'air.

La même chose arrive encore quand l'air se refroidit tout d'un coup, & fait descendre les exhalaisons en pluies ou en brouillards, de la même maniere que dans certaines distillations on réduit ces exhalaisons en liqueur par le moyen de l'eau froide. Malgré ces loix admirables, qui dirigent les exhalaisons au bien du genre humain, elles nous seroient inutiles, si le sel de la mer y restoit attaché. On meurt de soif au milieu de l'Ocean ; mais heureusement, quand l'eau salée s'éléve en vapeurs, le sel reste au fond, comme il paroît dans tous les endroits où l'on fait du sel de l'eau de la mer.

Il est d'abord difficile à comprendre, comment les exhalaisons peuvent rendre fertiles certaines Isles qui sont

ſous la Zone Torride. On ſait que le Soleil eſt réfléchi avec plus de force par la terre que par la mer. Il ſuit de-là, que l'air qui eſt au-deſſus de la terre étant le plus chaud, les exhalaiſons, plutôt que de tomber ſur ces Iſles, devroient plutôt tomber dans la mer qui les environne. Les hautes montagnes qui ſe trouvent dans ces Iſles, remédient à cet inconvénient. Les vapeurs de l'eau s'y raſſemblent, & en découlent enſuite comme des ravines, & comme de petites rivieres, elles ſuppléent au défaut des pluies. De grands Philoſophes attribuent à l'aſſemblage ſeul des exhalaiſons ſur les montagnes les fleuves qui y ont leur ſource, & qui rendent fertiles les terres les plus arides. C'eſt ainſi que l'Egypte, qui ſans ce ſecours ſeroit le Pays le plus ſtérile, doit aux fameuſes montagnes de la Lune les eaux du Nil, qui ſe déborde d'une maniere ſi merveilleuſe, & qui par-là fait plus de bien aux terres, que n'en feroient des pluies fréquentes.

On peut donner pluſieurs raiſons très-claires, pourquoi les montagnes extremement hautes rendent à la

nature un ſervice ſi important. Elles ſervent de barrieres aux nues, qui ſe heurtant, ſe compriment davantage, & par-là ſont forcées par leur peſanteur à tomber. Quoique les vents paroiſſent y être d'un grand uſage en portant les exhalaiſons de ce côté-là, il eſt pourtant conſtant que quand même l'air eſt le plus tranquille, les ſommets des montagnes ſont couverts d'exhalaiſons. La raiſon en eſt, que l'air y eſt plus froid, & parce que les rayons réfléchis de la terre ne montent pas ſi haut, & parce que les montagnes, toujours couvertes d'ombre d'un de leurs côtés, ſont de ce côté-là à l'abri des rayons directs. Nous avons déjà vû, qu'un air plus chaud ſe dilate & ſe meut vers un air plus froid avec lequel il a communication. Il s'enſuit que l'air qui eſt à l'entour des ombres d'une montagne, doit ſe mouvoir vers elles avec les exhalaiſons qu'il contient; & que cet air y perdant une partie de ſon élaſticité par le froid qui y regne, doit être toujours ſuivi de l'air le plus prochain, plus chaud & plus élaſtique; & par conſéquent, que par ſucceſſion, les montagnes doivent

être continuellement arroſées, ſans même qu'un vent ſenſible y contribue.

Ceux qui n'ont pas examiné ces ſortes de matieres, trouveront de la difficulté à comprendre, que les exhalaiſons qui tombent, ſoient capables de former un ſi grand nombre de vaſtes rivieres. Notre Auteur ne s'attache pas à réfuter les Philoſophes, qui croyent que les eaux de la mer entrant dans les cavités de la terre, s'y défont de leur ſel par filtration, ou bien, qu'élevées en vapeurs par un feu ſouterrain, elles ſe condenſent en ſe refroidiſſant, & forment ainſi les ſources des fleuves. Il ſe contente de prouver, que les exhalaiſons ſont plus que capables de produire une quantité d'eau ſi conſidérable.

Par des obſervations ſoigneuſes, qu'on a faites à Lille & à Paris pendant ſix ans, on a vû que chaque année, l'une portant l'autre, la pluie auroit couvert les campagnes à la hauteur de 21 pouces, s'il étoit poſſible qu'elle n'entrât pas dans le terre, & ne ſe diſſipât point par des exhalaiſons. Si la même choſe arrive à peu près toutes les années partout, il eſt clair

que

que cette quantité d'eau peut facilement fournir à toutes les rivieres du monde. C'eſt-là un effet de la ſageſſe divine, qui a voulu que dans la terre il y eût des abîmes capables de contenir ce vaſte océan ; que le ſel le préſervât de corruption ; que ſes rivages fuſſent plus bas que le reſte de la terre, afin de donner une pente facile aux rivieres, qui ſans cela inonderoient toute la ſurface du monde.

Par M. de Nieuwentyt, Journal Littéraire de la Haye pour l'année 1716. ſeconde Partie, page 266.

ARTICLE V.

Dissertation physique sur la nature des Exhalaisons & des Vapeurs, sur la formation des Brouillards, de la Pluie, de la Grêle, de la Neige & du Serein.

TOut le monde convient, que les exhalaisons & les vapeurs sont la matiere de la plûpart des météores. Les nouveaux Philosophes ont tâché d'expliquer en détail comment chaque météore en étoit formé; mais il semble qu'ils n'ont pas assez approfondi la nature des exhalaisons & des vapeurs, d'où néanmoins dépend tout le reste.

On appelle *Vapeurs*, les petites parties de l'eau qui se mêlent dans l'air, & qui quelquefois s'y élevent fort haut; & l'on nomme exhalaisons, les parties de la terre qui montent de la même maniere. On n'a pas de pei-

ne à concevoir, pourquoi l'eau & la terre envoyent continuellement vers le Ciel des vapeurs & des exhalaiſons. Il eſt impoſible que la matiere ſubtile paſſe continuellement, comme elle fait, à travers les pores de l'eau & de la terre, & qu'elle n'en détache pluſieurs parties, & les mette en mouvement, ſurtout lorſque cette matiere ſubtile eſt elle-même fort agitée à cauſe de la chaleur du Soleil ou des feux ſouterrains. Or il eſt naturel, que ces parties de l'eau & de la terre ainſi détachées de leur maſſe & miſes en mouvement, montent & ſoient portées en haut, de la même maniere que la pouſſiere s'éleve en l'air, pour peu qu'on l'agite & qu'on la remue; mais comme nous voyons que la pouſſiere qui a été élévée par le mouvement qu'elle a reçu, retombe bientôt par ſon propre poids, il ſemble auſſi que les exhalaiſons & les vapeurs devroient pareillement retomber ſitôt qu'elles ont perdu leur mouvement. Cependant nous éprouvons que les nues, qui ſont un amas de vapeurs & d'exhalaiſons, demeurent très-long-tems ſuſpendues en l'air;

qu'elles y demeurent même lorſqu'elles paroiſſent en repos & que le tems eſt calme : qu'eſt-ce qui peut alors les ſoutenir & les empêcher de tomber ?

On dit communément, que les vapeurs qui compoſent une nuée étant attachées & comme collées les unes aux autres, ne font qu'un corps, qui doit aiſément ſe ſoutenir en l'air à cauſe de l'étendue immenſe de ſa ſurface. Mais on demande ſi les vapeurs qui font la nue, ſont plus fortement liées les unes avec les autres, que les parties de l'eau ordinaire. Or il eſt certain que l'air mis au fond de l'eau la diviſe ſans peine, ſe fait un paſſage au travers, & prend le deſſus. Pourquoi donc l'air qui eſt au-deſſous de la nuée, ne la perce-t-il pas en pluſieurs endroits pour s'élever au-deſſus, s'il eſt vrai que cet air eſt de ſoi plus léger que la nuée ?

Quelques-uns diſent, que les vapeurs qui compoſent les nuées ſont glacées : d'où il s'enſuit, qu'elles réſiſtent beaucoup plus à leur diviſion ; mais outre qu'on ſe perſuade difficilement, que pendant les plus grandes chaleurs de l'Eté le froid ſoit toujours

aſſez grand dans la moyenne région de l'air pour y faire de la glace, voici encore une difficulté conſidérable à réſoudre. Les nuées ont quelque épaiſſeur ; & comme elles ſont formées de vapeurs que le vent & le pur hazard raſſemblent, leur épaiſſeur ne ſauroit être égale partout : ainſi pour peu qu'un côté ſoit plus peſant que les autres, la nuée ne demeurera plus dans la ſituation horiſontale. Le côté le plus peſant l'emportera, & entraînera tout le reſte inſenſiblement juſqu'à terre, à moins qu'un vent violent ne le ſoutienne.

Pour éviter ces difficultés & pluſieurs autres, il faudroit imaginer un ſyſtême, dans lequel les vapeurs fuſſent d'elles-mêmes plus légeres que l'air au-deſſus duquel elles s'élévent. En ce cas, on comprendra aiſément & comment elles montent, & comment, après qu'elles ſont montées, elles demeurent ſuſpendues, même dans le tems le plus calme, & lorſqu'elles paroiſſent être en repos. Mais en quel ſyſtême peut-on ſoutenir que les vapeurs, qui ne ſont que de petites parties d'eau, ſont néanmoins plus

légeres que l'air groſſier au-deſſus duquel elles s'élevent ? Le voici.

On ſuppoſe que les vapeurs ne ſont que de petites bulles, formées par une pellicule d'eau très-mince & très-délicate ; & que ces bulles renferment chacune pluſieurs eſprits ignés, ou un air très-ſubtil & très-raréfié. L'eau qui forme ces petites bulles, priſe toute ſeule, eſt plus peſante que l'air groſſier. Mais les eſprits ignés, ou l'air raréfié, enfermé dans ces petites bulles, ſont par eux-mêmes plus légers que cet air groſſier. Il ſe peut donc faire aiſément, que le tout compoſé d'eau & d'air ſubtil, ſoit encore plus léger que l'air le plus groſſier ; & par conſéquent qu'il ſoit obligé, par ſa propre nature, de monter juſqu'à ce qu'il ſoit arrivé à un air plus pur avec lequel il ſoit en équilibre. C'eſt ainſi qu'un flacon de criſtal rempli d'air ſeulement & bien fermé, s'éleve au-deſſus de l'eau & y ſurnage, quoique le criſtal ſeul dût être emporté au fond par ſa peſanteur.

Au reſte on ne ſuppoſe rien ici qui puiſſe être raiſonnablement rejetté. L'eau, quelque pure & quelque li-

quide qu'elle ſoit, eſt cependant aſſez viſqueuſe pour former les petites bulles que nous diſons, & en fait même de bien plus groſſes. Sitôt que l'air paſſe à travers l'eau, on voit ces ſortes de bulles s'élever avec vîteſſe vers la ſurface, & s'y crever auſſi-tôt ſi elles ſont un peu groſſes, mais y ſubſiſter aſſez long-tems quand elles ſont plus petites. Et les écumes, que ſont-elles autre choſe qu'un amas de ces petites bulles, que l'air & l'eau ont formées par leur mêlange? Celles dont on parle ici doivent encore ſe former plus aiſément, & ſe conſerver bien plus long-tems, parce qu'elles ſont infiniment plus petites.

Ces petites bulles qui ſont les vapeurs, ne ſont point remplies d'air groſſier: car ſi cela étoit, elles ne s'éleveroient pas au-deſſus de la ſurface de l'air; mais elles ſont remplies d'eſprit ignés, ou d'air extrêmement raréfié. Car ſi l'air groſſier ne ſauroit ſe méler dans l'eau, ſans que l'eau ne l'enveloppe, & ne forme auſſitôt des bulles, pourquoi la même choſe n'arriveroit-elle pas lorſqu'il ſe trouve dans l'eau des eſprits de feu, ou de

l'air extrêmement raréfie? En effet, qu'on mette de l'eau bouillir sur le feu, il s'en évapore incontinent une fumée humide. Cette fumée ne peut être causée que par les esprits de feu, qui après s'être mêlés avec l'eau, s'en échappent, & en s'échappant emportent avec eux la petite pellicule qui les enveloppe, & qui les tient comme dans une prison. Par cette raison, l'eau qui bout se tarit & se consume peu à peu. Ce que fait le feu en cette occasion, la chaleur du Soleil & les feux souterrains doivent le faire aussi. C'est ainsi que montent les vapeurs.

On ne peut pas dire la même chose des exhalaisons. Comme elles sont composées de parties terrestres & peu visqueuses, & qu'elles s'élevent principalement dans les lieux secs, elles ne sont pas composées de petites bulles comme les vapeurs : ces parties terrestres ne montent en haut que par l'une de ces deux causes, ou parce qu'elles sont attachées aux parties d'eau qui s'évaporent, ou parce que, comme il arrive dans les grandes chaleurs, elles ont été mises dans un mouvement violent. Mais alors elle ne peu-

vent

vent ni monter bien haut, ni demeurer ſuſpendues en l'air : elles doivent retomber ſitôt qu'elles ont perdu leur mouvement, comme la pouſſiere auſſitôt que le vent ceſſe. Ceci ſuppoſé, la plupart des météores s'expliquent aiſément.

1°. Les vapeurs qui montent parce qu'elles ſont plus légeres que l'air groſſier, ne doivent point monter infiniment : car l'air étant devenu plus pur & plus léger à meſure qu'il s'éloigne de la terre, les vapeurs doivent enfin trouver une région où l'air ſoit en équilibre avec elles.

2°. Les vapeurs ne doivent pas monter également ; mais elles doivent monter plus ou moins haut, ſelon que la pellicule d'eau qui les forme, eſt plus ou moins épaiſſe, & que l'air raréfié qu'elles renferment, participe plus ou moins de la nature du feu.

3°. Il ſe peut faire aiſément, que les vapeurs ne s'élévent que très-peu, & qu'elles ſoient preſque en équilibre avec l'air groſſier que nous reſpirons ; & alors elles forment ce qu'on appelle *Brouillard*.

4°. Le brouillard tombe, ſi les pa-

cies d'air contenues dans les petites bulles qui le compoſent, viennent à être tellement agitées par la chaleur du Soleil, qu'elles rompent la petite pellicule d'eau qui les enfermoit; mais ſi l'air ainſi renfermé ſe raréfie doucement, & qu'il faſſe enfler les petites bulles ſans les crever, comme nous voyons que les enfans en ſoufflant doucement font groſſir les bouteilles de ſavon, alors le brouillard monte, & va former une nuée.

5°. Les nuées ſe forment en l'air, comme les écumes ſur le bord de la Mer. L'écume n'eſt rien qu'une multitude infinie de petites bulles, que les vagues & le vent raſſemblent & approchent les unes des autres. Les nuées ne ſont pareillement qu'une multitude infinie de petites bulles; mais les bulles qui compoſent l'écume, ſont remplies d'air groſſier: celles qui compoſent les nuées, ſont pleines d'eſprits ignés, ou d'air ſubtil & raréfié.

6°. Les nuées demeurent ſuſpendues, parce qu'elles ſont de même poids que l'air dans lequel on les voit ſuſpendues. Les unes ſont plus hautes, les autres plus baſſes, ſelon la nature

des vapeurs qui les compoſent. Généralement parlant, elles ſont plus hautes en Eté qu'en Hiver, parce que quand il fait chaud, l'air enfermé dans les petites bulles des vapeurs eſt bien plus ſubtil & plus raréfié qu'en Hiver, & les bulles par conſéquent plus légeres.

7°. Quand les petites bulles dont la nuée eſt compoſée, viennent à ſe rompre, ſoit parce que l'air qu'elles contiennent ſe raréfie extraordinairement, ſoit par quelqu'autre cauſe, l'eau n'étant plus ſoutenue par l'air ſubtil qu'elle renfermoit, retombe; & il pleut. Les gouttes de pluie ſe convertiſſent en grêle, quand en deſcendant elles ſont ſaiſies d'un vent froid qui les glace.

8°. Il fait de la neige, lorſque les petites bulles qui compoſent la nuée, ſe reſſerrent & ſe gélent ſans ſe rompre; & ſi elles ſe gelent de la ſorte avant qu'elles ſoient tout-à-fait élevées, & qu'il s'en ſoit formé une nuée, il fait de la gelée blanche. L'air renfermé dans ces petites bulles glacées eſt la cauſe de la blancheur de l'une & de l'autre, comme il eſt

eſt la cauſe de la blancheur de l'écume.

9°. Les exhalaiſons qui ont été emportées avec les vapeurs, & qui ſe mêlent avec elles dans les nuées, ſervent à y faire la foudre & les autres météores de feu.

10°. Les exhalaiſons qui ſe ſont élevées pendant la chaleur du jour, & qui ſont détachées des vapeurs, retombent avec le ſoleil couchant, & c'eſt ce qu'on appelle *Serein*.

Mémoires de Trévoux, Avril 1705. page 153.

ARTICLE VI.

Obſervations Phyſiques ſur l'évaporation des Eaux & la matiere des Nuages, de la Neige, de la Pluie, des Brouillards & de la Grêle.

TOutes les eaux qu'on voit tous les jours diminuer ſur la terre, & que la chaleur du Soleil, la force des vents, &c. attire en particules imperceptibles à l'œil de deſſus la ſurface des mers, rivieres, des lacs, &c. ſont portées de la même maniere juſqu'à la moyenne région de l'atmoſphere, pourvû que les nuages ne les arrêtent point en chemin, juſqu'à une hauteur où l'air ſe trouve trop ſubtil & trop rare pour pouvoir les porter plus haut. Ces particules ſe gelant & ſe dilatant alors par le grand froid, ſe choquent l'une l'autre, & ſe convertiſſent en de petits flocons de neige, qui flottant à la même hauteur de l'atmoſphere, doivent de leur propre nature s'attirer

les uns les autres, juſqu'à ce que par le preſſement des vents ils ſe forment en nuages, & acquiérent enfin un corps aſſez ſolide, pour être attiré de nouveau par la terre ou par la mer, ou ſuivant l'expreſſion ordinaire, juſqu'à ce que par leur poids ils tombent des nuages qui en ſont chargés, en flocons de neige comprimée, ou en goutes de pluie, s'ils rencontrent de la chaleur en chemin.

Pour donner plus d'éclairciſſement à ce que nous venons de dire, il faut remarquer qu'à la premiere élévation des vapeurs juſqu'à la hauteur de l'atmoſphere où elles paroiſſent d'abord, il eſt certain qu'elles ſont alors extrêmement légeres, & beaucoup plus que l'air qui les a ſoutenues en haut; qu'il faut que ces flocons de neige, qui deſcendent enſuite au travers de l'air intérieur, & qui tombent à terre, ayent été comprimés, & ſoient devenus plus peſans avant leur chûte; & que toutes les particules d'eau qui compoſent un ſeul flocon de neige, lorſqu'elles commencent à ſe joindre & à former les nuages, ſoient alors libres & diſperſées çà & là, & ne pe-

ſent par conſéquent que très-peu ſur l'atmoſphere. Quelquefois dans un beau tems ces nuages légers, en commençant à ſe former, nous paroiſſent blancs : on les voit ſe mouvoir aſſez haut dans l'atmoſphére ; & la lumiere du Soleil & de la Lune percent aiſément au travers, tandis qu'on voit en même-tems d'autres nuages ſe former plus bas de flocons qui ſe joignent les uns aux autres juſqu'à obſcurcir le ſoleil ; & à meſure qu'ils ſont chargés, & qu'ils renferment du vent, ils preſſent l'atmoſphere, de-même qu'un vaiſſeau chargé preſſe l'eau, juſqu'à ce qu'il s'approche de la terre & qu'il ſe décharge.

Voici quelques raiſons qui paroiſſent prouver, que toutes les particules d'eau qui s'évaporent, & qui ſont emportées de deſſus la ſurface du globe, ſont d'abord portées à la hauteur que nous avons marquée, & qu'elles s'y convertiſſent en neige avant que de deſcendre.

La premiere eſt, qu'en Hiver, lorſque l'air eſt froid, on ne voit jamais tomber que de la neige, parce qu'il

ne ſe rencontre point de chaleur qui la puiſſe faire fondre.

II. C'eſt que dans les Pays les plus chauds, les endroits les plus élevés, les ſommets des montagnes ſont toujours couverts de neige.

III. Comme il ne pleut ni ne peut jamais pleuvoir dans les Pays où il géle : de-même depuis la création du monde, on n'a jamais vû tomber un ſeul flocon de neige dans aucun endroit de la Zone Torride ni aux environs, excepté ſur les ſommets, ou dans le voiſinage de ces montagnes, qui à cauſe de leur haute élévation dans l'atmoſphere ſont toujours environnées de froid. Entr'autres exemples, on a pluſieurs fois remarqué dans l'Iſle de Téneriffe, que lorſqu'il pleuvoit beaucoup dans la rade & dans les endroits les plus bas de l'Iſle, le bas du pic ſe trouvoit d'abord tout couvert de neige ; mais dès que le beau tems revenoit, cette neige ſe trouvoit toute fondue quelques heures après, tandis que le haut du pic s'en trouvoit tout couvert. On ſait auſſi que dans la Ville d'Oratavia, où

la plûpart des Vaiſſeaux Anglois font leur traite, on rafraîchit le vin pendant toute l'année avec de la glace qu'on y porte du pic ; & cependant on n'y voit jamais ni dans tous les environs la moindre gelée, ni aucun flocon de neige, excepté ſur le pic.

IV. C'eſt qu'un nuage ne ſauroit être compoſé de rien qui ſoit plus ſolide, ni d'autre choſe que de ces particules gelées, qui ſont, comme nous l'avons dit, l'effet infaillible de l'évaporation des roſées juſqu'à cette hauteur, où elles ſe gelent d'abord à cauſe de la raréfaction & de la ſubtilité de l'air, & parce que la réflexion des rayons du Soleil n'eſt pas ſuffiſante, pour y communiquer leur chaleur. C'eſt une choſe qui paroît certaine, que ces particules de vapeurs ou de roſées gélées qui compoſent chaque flocon de neige, à quelque hauteur qu'elles ſe meuvent, ſont entre-mêlées avec l'air, & en ſont ſoutenues de la même maniere qu'un fagot dans l'eau ; autrement il ſeroit impoſſible, que cette quantité d'eau ou de neige dont un nuage eſt compoſé, reſtât dans l'atmoſphere, ſi l'air ne rempliſſoit pas le

tout, & ne ſoutenoit chaque particule de la même maniere, que ſi elles étoient toutes ſéparées les unes des autres. Mais lorſque le nuage ſe trouve chargé de flocons de neige commençant tant ſoit peu à ſe dégeler, deviennent plus peſans & plus comprimés, & tombent du nuage dans la même forme où on les voit deſcendre ſur terre; ou bien, comme nous l'avons dit, elles ſe convertiſſent en chemin en gouttes de pluie.

V. Il eſt à remarquer, que cette opération, par rapport aux flocons de neige qui tombent des nuages, ſe fait plus promptement dans les Pays chauds & dans les grandes chaleurs; c'eſt-à-dire, que la chaleur de l'air régnant alors à une plus grande diſtance de la terre, les nuages ne deſcendent pas pour lors ſi bas qu'en Hiver pour ſe décharger.

Mais s'il arrive qu'un nuage deſcende ſi bas qu'il ſe mêle avec l'air, c'eſt peut-être ce qui produit le phénomene que les gens de mer appellent un jet d'eau, ou une chûte d'eau: car alors toute la partie inférieure du nuage ſe fondant, deſcend rapidement,

& reſſemble à un tuyau de cheminée large en haut, & étroit en bas. C'eſt ce qu'on remarque quelquefois ſur la mer, qui eſt moins poreuſe, & qui par conſéquent attire plus que la terre, & où en un tems calme la réflexion des rayons du Soleil, ſemblable à celle qui ſe fait ſur un miroir, a plus de force que ſur la terre; & comme un gros flocon de neige qui vient dans un air chaud, ſe fond & ſe convertit par l'attraction en une goutte d'eau: de-même une plus grande quantité de neige venant tout-à-coup dans un air chaud, s'attire elle-même dans ſa chûte, & devient en deſcendant un corps ſolide. On remarque particulierement dans la Zone Torride & dans ſon voiſinage, que dans un tems chaud & calme, les ondes ſont extrêmement fortes; & que les gouttes d'eau ſont alors d'une groſſeur extraordinaire, auſſi-bien que dans le tems qu'il commence à pleuvoir. Mais quand il a plû quelque tems, & que l'air s'eſt rafraîchi par la neige, qui en deſcendant ſe fond & s'y entre-mêle, les gouttes qui tombent alors ſont beaucoup moins groſſes. Dans les Pays

froids, on voit en Hiver les nuages fort bas, & la pluie eſt alors fort menue.

Une autre choſe à remarquer dans les Pays Septentrionaux, & ſur tout en Angleterre, c'eſt que dans le fort même de l'Eté, s'il arrive que les nuages ſoient pouſſés au-deſſus de nous, & qu'ils y reſtent, quoiqu'ils n'ayent pas encore aſſez de poids pour ſe décharger, on s'apperçoit alors que l'air devient froid en comparaiſon de ce qu'il étoit auparavant; ce qui provient non-ſeulement de ce que le Soleil eſt obſcurci, mais auſſi de la continuelle réflexion du froid cauſée par la neige qui eſt dans les nuages; & la chaleur qui eſt dans l'air, ne s'étend pas alors à une grande diſtance de la terre: il faut ou que les nuages deſcendent plus bas, qu'ils s'obſcurciſſent & ſe chargent, ou bien qu'ils s'éclairciſſent pour quelque tems, & qu'alors la chaleur commence à régner dans l'air avant qu'il puiſſe pleuvoir.

VI. Dans les Pays les plus chauds, & dans les plus grandes chaleurs où les évaporations ſont toujours plus conſidérables dans le tems que le Soleil ſe couche, & que la cauſe qui a

produit cette grande quantité de roſée, a perdu conſidérablement de ſa force, dans le tems que ces vapeurs étoient en chemin pour monter à la hauteur de l'atmoſphere que nous avons marquée, l'air n'a pas alors la force de ſoutenir ces particules, toutes légeres & imperceptibles qu'elles ſont, parce qu'elles n'ont pas été élevées aſſez haut pour être gelées & raréfiées par le froid ; de ſorte que leur propre poids en fait retomber la plus grande partie, ſurtout lorſqu'il n'y a que peu ou point de vent.

Dans les plus grands froids, lorſque les rivieres ſont gelées & couvertes de neiges auſſi-bien que toute la ſurface de la terre, ces particules humides, qui dans un tems clair & calme s'évaporent dans l'air, ſoit par la tranſpiration, ſoit par la reſpiration de toutes les créatures, ne peuvent pas ſans la chaleur du Soleil s'élever facilement juſqu'à la hauteur de l'atmoſphere. Il en eſt de-même des vapeurs qui ſortent d'une chambre bien cloſe & échauffée par un poële, de toutes les autres évaporations cauſées par le feu, & de ces particules humides qui

s'élevent au-dessus des fontaines, des rivieres, des lacs, &c. & qui dans le tems d'une forte gelée semblent en sortir comme des brouillards épais. Toutes ces particules ne sont pas plutôt montées en l'air, qu'elles y sont raréfiées par le grand froid. L'air n'ayant pas alors cette force élastique causée par la chaleur du Soleil, comme cela se voit dans la chûte des rosées dont nous avons parlé, ces particules ne peuvent pas monter assez haut dans l'atmosphere pour prendre les couleurs qu'elles ont dans un tems chaud; & étant gélées, elles ne peuvent plus tomber facilement à terre, mais elles voltigent dans l'air inférieur jusqu'à ce qu'il en soit tout rempli. Les rayons du Soleil les font briller lorsqu'il fait un beau jour, & que le Ciel est assuré vers notre zénit, vers où la vûe trouve moins de ces atômes dans son chemin; mais c'est ce qui produit aussi un tems fort couvert & froid, jusqu'à dix ou quinze dégrés au-dessus de l'horison. Le Soleil en paroît une fois plus grand que dans un autre tems; de-même maniere qu'il nous paroît quelquefois plus grand à son lever ou à

ſon coucher, auſſi-bien que la Lune, à cauſe de l'air épais qui environne la terre, quoiqu'alors ces deux aſtres ſoient éloignés de nous près d'un demi-diametre de la terre de plus que lorſqu'ils ſont au méridien.

Une remarque que l'on fait ſur mer, c'eſt que dans les tems des plus grandes chaleurs, lorſqu'il n'y a que fort peu de vent, & qu'à peine on voit un ſeul nuage au Ciel, il eſt fort rare de trouver l'horiſon clair, quand on veut prendre la hauteur à midi; ce qui provient apparemment des vapeurs extraordinaires qui s'élevent alors, & qui épaiſſiſſent tellement l'air, qu'on ne peut pas bien diſtinguer l'horiſon. On ne peut pas auſſi découvrir de fort loin un vaiſſeau ou la terre; c'eſt pourquoi on choiſit ordinairement le matin & le ſoir, lorſque le Ciel eſt beaucoup plus ſerain & pur, pour envoyer du monde au haut du mât à la découverte.

VII. Enfin pour prouver que les particules d'eau qui s'élevent dans l'atmoſphere à la hauteur que nous avons décrite, ſe raréfient alors, & deviennent plus légeres qu'elles ne

ſont lorſqu'elles commencent à monter, on n'a qu'à conſidérer la nature de la glace. Dans le tems de la gelée une bouteille remplie d'eau ſe caſſe, parce que l'eau en ſe gelant ſe raréfie.

Les différentes raiſons que nous venons de déduire, ſemblent démontrer, que c'eſt de la maniere dont nous l'avons dit que les vapeurs s'élevent, & que les nuages ſe forment; que le froid qui regne à une certaine hauteur dans l'atmoſphere, & la chaleur que la terre réfléchit continuellement, contribuent également à produire ces différens effets, & y ſont abſolument néceſſaires; que la région ſupérieure où le froid regne toujours, eſt pour ainſi dire le grand alambic du monde, où toutes les vapeurs produites par la chaleur du Soleil ſont portées continuellement; & qu'enfin ce n'eſt que le froid qui raréfie d'abord ces vapeurs dès qu'elles s'élevent, qui leur donne la qualité néceſſaire pour ſe ſoutenir dans l'air, & pour ſe mouvoir tout autour de la terre, & pour être placées d'une telle maniere, qu'elles puiſſent l'arroſer.

On

On ne ſauroit en cela trop admirer la Providence. Premierement, en ce que la partie inférieure de l'atmoſphere ſe trouve avoir une vertu élaſtique, & que la ſupérieure ſoit compoſée d'une matiere plus ſubtile & plus rare, afin que cette diverſité de température ſerve à borner l'élévation des nuages, & à les tenir à une hauteur convenable pour ne cauſer aucun dommage, ni aux arbres ni aux maiſons, & pour ne nous point ſurprendre par un froid trop ſubtil dans quelque tems que ce ſoit. Secondement, en ce qu'elle a ſu ſi bien tempérer les opérations alternatives du chaud & du froid, & ſi bien regler la nature de l'air & de l'eau, que la quantité des pluies ſe trouve toujours la même, & qu'il n'en tombe ni trop ni trop peu pour les beſoins de la terre, quoique Dieu dirige les vents & les nues d'une maniere, que quelquefois un endroit a plus de pluie, & un autre moins. Paſſons à la formation des brouillards & de la grêle.

A l'égard des brouillards, on remarque ordinairement, ſur tout en Angleterre, qu'ils ſe forment principale-

ment en Automne & en Hiver, ou dans les tems que la chaleur du Soleil diminue, & non au Printems & dans le fort de l'Eté, lorſque la chaleur augmente. Cette ſeule circonſtance paroit ſuffiſante pour en découvrir la cauſe; c'eſt qu'à meſure que le Soleil ſe rapproche du pôle antarctique, l'air, ſurtout la nuit, devient plus froid que la terre, & beaucoup plus encore que la mer, dont la qualité ne peut pas ſitôt ſe changer, à cauſe de la chaleur qui s'y communique juſqu'à une profondeur conſidérable. Ce froid cauſé dans l'air par la déclinaiſon du Soleil dans le tems que la terre, & ſurtout la mer, conſervent une chaleur conſidérable en comparaiſon de l'air, paroît être la principale cauſe qui produit & augmente les brouillards : c'eſt ce qu'on peut remarquer plus particulierement ſur les Côtes d'Irlande où l'Océan eſt plus profond, & où par conſéquent l'eau a plus de chaleur en Hiver que vers l'Angleterre; ce qui fait que les brouillards y ſont beaucoup plus épais que dans la Manche Britannique.

On doit attribuer cet effet à la mê-

me cauſe qui, lors d'une forte gélée, produit les brouillards au deſſus des fontaines, des rivieres, des lacs, &c. Tout le monde convient qu'il en eſt alors de ces eaux comme des caves, qu'on trouve chaudes en ce tems-là en comparaiſon de l'air de dehors. Il ne faut pourtant pas s'imaginer, que ces eaux puiſſent avoir la même chaleur en Hyver qu'en Eté, ſi l'air y a la moindre communication. Ce qui eſt inconteſtable, c'eſt que la mer, & toutes les eaux expoſées au jour, ſont en Hiver plus chaudes que l'air. Les deux qualités oppoſées du chaud & du froid étant alors dans un combat continuel, s'entremêlent, & forment une autre température qui participe de l'un & de l'autre. Plus la différence eſt alors grande entre la température de l'air & celle de l'eau, plus la chaleur du Soleil qui a pénétré la ſurface de la terre ou de l'eau, en fait exhaler des particules humides, ſurtout de l'eau, où la chaleur a pénétré plus profondément ; & comme nous l'avons remarqué en parlant d'une chambre chaude, & de la cauſe premiere & générale qui éleve les vapeurs juſ-

qu'à la moyenne région de l'atmoſphere, le froid de ſon côté attire à ſoi avec la même force toutes les particules humides, qui voltigent ſéparément dans l'air. Dans ce tems-là, plus la cauſe de l'élévation des vapeurs eſt conſidérable, c'eſt-à-dire, plus la différence eſt grande entre les deux qualités oppoſées du chaud & du froid, plus par conſéquent les particules ſont groſſes. Etant d'un poids égal à l'air inférieur, qui dans ce tems-là n'a point cette vertu élaſtique qu'il a ordinairement, ces particules ne peuvent point monter plus haut; mais comme il en ſort continuellement de la ſurface de la terre & de la mer, ce mouvement perpétuel fait qu'elles s'entrechoquent, & forment un corps épais & viſible, qui flotte autour de la terre juſqu'à ce que le Soleil puiſſe communiquer ſa chaleur à l'air, & lui donner un nouveau reſſort, pour diſſiper ces particules, & les élever à une région plus légere & plus raréfiée. C'eſt ce qui ſe remarque ordinairement, lorſque le Soleil ſe leve & qu'il fait un beau jour; mais ſi le tems eſt couvert & froid, & qu'il faſſe un peu de vent,

les brouillards alors se tiennent dans l'air, & y demeurent quelquefois plusieurs jours sans se dissiper. C'est ce qui arrive communément dans les endroits qui sont près de la mer ou d'autres grandes eaux, mais plus avant dans le continent.

De plus on remarque dans les Pays chauds, ou dans le tems de la chaleur dans quelqu'endroit du monde que ce soit, qu'au-dessus de ces montagnes qui sont élevées à une telle hauteur, qu'elles ne participent ni au grand froid qui regne dans la partie supérieure de l'atmosphere, ni à la chaleur qui enleve les vapeurs d'en bas, qu'au dessus, dis-je, de ces montagnes, l'air est trop rare & trop subtil pour pouvoir soutenir ces particules pesantes: & il est dans une telle température & a un tel degré de vertu élastique, qu'il est impossible que les brouillards puissent jamais s'y former. C'est ce qui se voit particulierement sur le pic de Téneriffe, dont le sommet d'un côté & d'autre est toujours covvert de neige; mais au pied du pic, & dans les autres endroits les plus élevés de

cette Isle, aussi-bien que de plusieurs autres des Canaries, où ni la chaleur d'en bas, ni le froid des régions plus supérieures ne regnent point, on voit d'abord un brouillard qui s'y éleve dès que le tems est calme.

A l'égard de la grêle, de quelque maniere qu'elle se forme & qu'elle se soutienne dans l'air, nous voyons que c'est un corps condensé & solide qui tombe d'une hauteur considérable, malgré tout ce qui a été dit, d'un côté de la nature des vapeurs & de la pluye, & de l'insuffisance de l'air pour soutenir rien qui ne soit léger, ou du moins d'un poids égal au sien, & de l'autre, pour prouver que la région supérieure de l'air est plus legere de beaucoup que l'inférieure.

Sans nous étendre ni sur sa nature ni sur sa cause, nous remarquerons seulement, que la grêle tombe toujours, ou du moins fort souvent, immédiatement après qu'il a fait des éclairs, & directement sous l'endroit où l'éclair a le plus paru, ou à une petite distance de-là. C'est aussi lorsqu'il fait une chaleur excessive & des éclairs

furieux, que l'on voit tomber les plus gros grains de grêle. C'eſt que l'éclair qui, comme on le ſait, a une force prodigieuſe, en s'élançant au travers des nues, fait fondre la neige, & la réduit en même-tems en gouttes d'eau ou en d'autres formes plus irrégulieres. Si l'éclair a frappé le milieu, ou la partie ſupérieure d'un nuage qui eſt élevé juſqu'à la hauteur où la gelée eſt toujours très-forte, ces gouttes ainſi formées par l'éclair, ſe géleront en tombant, de la même maniere que de l'eau jettée dans l'air lors d'une forte gelée, ſe géle avant que de tomber à terre; & ces gouttes tombant enſuite au travers des flocons de neige qui ſont au-deſſus de l'endroit où elles ont été formées, ramaſſent en chemin de nouvelles particules de neige, & ſe condenſent avec elles; ce qui pourroit être la cauſe de cette inégalité qu'on remarque dans la grêle lorſqu'elle tombe à terre. Mais ſi l'éclair ne frappe que la partie inférieure d'un nuage, on voit alors tomber de groſſes ondées, & quelquefois de la pluie & de la grêle en même-tems;

c'eſt ce qu'on voit ordinairement après de grand coups de tonnerre & des éclairs extraordinaires.

Obſervations de M. Perry, Mémoires de Trévoux, Mai 1717. pag. 704.

ARTICLE VII.

Sur la cauſe de la ſuſpenſion des Vapeurs dans l'air.

SElon le commun des Philoſophes, c'eſt le Soleil qui attire les vapeurs dans l'air, & c'eſt ſa chaleur qui les y ſoutient. Notre Auteur a conſidéré que les vapeurs s'élevant dans l'air lors même que le Soleil eſt ſous notre horiſon, la vertu attractive de cet Aſtre ne pouvoit pas être toujours la cauſe de leur élévation. De plus, elle ſe fait dans les lieux ſouterrains, & dans des cavités ſi profondes, qu'il n'y a pas d'apparence que les Aſtres portent la vertu juſques-là. Il eſt vrai que l'on peut dire, que la chaleur que les corps céleſtes répandent dans l'air, eſt

eſt la cauſe principale qui fait élever les vapeurs de l'eau & de tous les corps humides : car on ne peut nier, que la chaleur raréfiant l'eau, & lui donnant une plus grande étendue apparente, & par conſéquent la rendant plus légere, cette raréfaction ne peut devenir aſſez grande pour rendre l'eau plus légere que l'air. Ceux qui s'arrêtent aux apparences, & qui ne portent pas leur vûe plus loin, pourroient être aſſez contens de cette raiſon, & ſe flatter qu'ils ſavent la véritable cauſe de ce phénomene ; mais ſi l'on fait réflexion, que dans les Pays où les Hivers ſont les plus rudes, l'air ſe charge de vapeurs très-froides, on conviendra que ſi la chaleur donne la premiere impulſion aux particules de l'eau pour ſe ſéparer les unes des autres, & pour s'élever, on ne pourra pas dire qu'elle les tienne ſuſpendues dans l'air. Il eſt impoſſible que de très-petites particules d'eau ne perdent en un moment leur chaleur dans l'air dont la froideur eſt exceſſive. Il s'enſuit donc qu'elles ne ſe ſoutiennent point dans l'air par la chaleur, puiſqu'elles ne peuvent pas la conſerver. Ainſi toute la

difficulté conſiſte à ſavoir, comment la petiteſſe des gouttes d'eau eſt la cauſe de leur ſuſpenſion.

On ſuppoſe que la cauſe de la ſuſpenſion des petites particules des corps dans des liquides plus légers, eſt fondée ſur ce que ces petits corps ayant beaucoup de ſuperficie & très-peu de maſſe par laquelle ils puiſſent tendre en bas, il eſt difficile qu'ils ſe faſſent un paſſage pour deſcendre au travers des parties liquides, & qu'ils écartent celles qu'ils rencontrent dans leur route, & pouſſent celles qui s'oppoſent à leur mouvement en bas.

Ce raiſonnement ſeroit ſolide, ſi les parties des liquides avoient quelque liaiſon; mais outre qu'elles n'en ont aucune, elles ſont dans une perpétuelle agitation les unes auprès des autres; & leur mouvement ſe faiſant en tout ſens, & par conſéquent les corpuſcules étrangers des corps peſans étant également pouſſés de toutes parts par les particules d'une liqueur plus légere, il faut néceſſairement qu'ils aillent du côté vers lequel il ſont plus pouſſés; c'eſt-à-dire, qu'il faut que ces corpuſcules peſans deſcen-

dent. Si ces corpuſcules, tout peſans qu'ils ſont, ne peuvent pas ſe faire un paſſage pour deſcendre à travers les particules d'un liquide moins peſant, parce qu'ils ont beaucoup de ſuperficie & peu de maſſe, d'où vient que cette grande ſuperficie dans une petite maſſe, avec le ſecours de la peſanteur, n'empêche pas ces corpuſcules plus peſans de ſe faire un paſſage à travers les parties d'une liqueur plus légere pour monter ? D'où vient que les vapeurs fendent ſi facilement l'air, & s'élevent avec tant de vîteſſe juſqu'à la moyenne région, bien que chaque goutte de vapeur ait peu de corps & beaucoup de ſuperficie, & qu'elle peſe mille fois plus ou environ qu'une égale quantité d'air ?

Que l'on ne diſe point qu'une impulſion étrangere porte les vapeurs en haut : cette impulſion, quelque violente qu'elle ſoit, ne peut pas durer long-tems dans un petit corps, lequel, à proportion de ſa maſſe, a beaucoup de ſuperficie, par laquelle il doit bien-tôt perdre ſon mouvement, ſoit en le communiquant aux corps qu'il choque, ſoit parce que la peſanteur

travaille toujours à le détruire. Il y a bien plus d'apparence, que le mouvement horiſontal empêche, ou du moins retarde le mouvement des corps peſans en bas, parce qu'il affoiblit l'effort de la peſanteur. De plus le milieu dans lequel ſe fait le mouvement, reſiſtant plus au-deſſous du mobile qu'au-deſſus, cette réſiſtance pourra non-ſeulement retarder la deſcente, mais encore déterminera le mobile à l'élever, ſurtout ſi ſa peſanteur eſt très-petite. Il eſt certain que les corpuſcules qui nagent dans les liqueurs plus légeres, ne peuvent pas ſe déterminer promptement à deſcendre, lorſque tout le liquide coule & ſe meut, parce que le liquide prenant les particules des corps peſans par-deſſous, il les ſouleve, & les entraînant avec lui, les force à ſuivre ſon mouvement. Mais tout cela ne fait rien pour la ſuſpenſion des vapeurs, dont les petites gouttes ne ſont pas toujours mûes horiſontalement, ni ſoulevées par le mobile.

L'Auteur ſe réduit enfin à dire, que la matiere éthérée, dont tous les Philoſophes conviennent, peut être

la véritable cauſe de la ſuſpenſion des vapeurs. Les particules de cette matiere étant dans un mouvement très-rapide, & leur petiteſſe la rendant propre à paſſer par les plus petits intervalles des corps, il faut que ſortant des pores d'un corps, ſi elle ne trouve pas ceux du corps voiſin aſſez diſpoſés à la recevoir, elle ſe détourne & recule entre ces deux corps, & qu'elle les tienne ſéparés, s'il n'y a pas quelque cauſe qui réſiſte aux effets qu'elle fait par ſon impulſion à les écarter l'un de l'autre. L'air & l'eau ont des ports fort différens ; d'où il réſulte, que la matiere éthérée qui eſt repouſſée par l'un ou par l'autre, coule entre ces deux corps quand ils ſont voiſins ; & c'eſt ce qui fait que les gouttes d'eau s'arrondiſſent quand elles ſont environnées d'air. L'arrondiſſement vient de ce que la matiere éthérée, qui coule entre l'air & l'eau, écarte tout ce qui s'oppoſe à ſon mouvement, & qui n'eſt pas capable de lui réſiſter, comme l'air & l'eau.

Cela ſuppoſé, notre Auteur en conclut, que la matiere éthérée coulant avec rapidité, & ſe conſervant un

paſſage entre l'air & l'eau, on doit conſidérer les gouttes d'eau comme enveloppées d'une croûte de matiere éthérée, très-mince à la vérité. Or une petite goutte de la matiere environnée peut devenir plus légere qu'une pareille maſſe d'air. On ne peut mieux le faire comprendre, que par ces bouteilles d'eau de ſavon que les enfans font en ſoufflant, & qui voltigent dans l'air, & y demeurent ſuſpendues. Cette ſuſpenſion vient, de ce que l'eau dont ces bouteilles ſont formées étant très-mince, a pourtant une très-grande ſuperficie à proportion de ſa maſſe, enſorte qu'elle a au dedans & au dehors une grande étendue de cette matiere éthérée, qui fait avec elle un corps plus léger qu'une maſſe égale d'air. Auſſi voit-on que dès que ces bouteilles ſe réduiſent en gouttes, elles tombent à terre, parce qu'elles ont alors moins de ſuperficie. Ceci peut éclaircir la difficulté qui embarraſſe bien des gens, pourquoi l'air chargé de vapeurs eſt plus léger qu'une égale quantité d'air pur, & pourquoi le Mercure monte dans le Barometre quand le tems eſt ſerein : car ce qui

fait que l'air eſt moins peſant, quand il eſt chargé de vapeurs, c'eſt que ces gouttes d'eau ſont ſoutenues par cette enveloppe de matiere éthérée ; autrement il arriveroit, qu'une maſſe compoſée d'air & de vapeurs ſeroit plus peſante qu'une maſſe égale d'air pur, & feroit monter le Mercure dans le Barometre ; ce qui eſt manifeſtement contraire à l'expérience.

Par M. Bayle, Ouvrage des Sçavans pour le mois d'Août 1688. page 447.

ARTICLE VIII.

Sur la quantité de vapeurs que la chaleur du Soleil fait élever de la Mer.

IL paroît évident que la quantité des vapeurs dont l'air eſt chargé, eſt très-conſidérable, puiſque les pluies & les neiges tombent quelquefois en ſi grande abondance, que l'on reconnoît que cette eau deſcendue des intervalles que les particules de l'air laiſſent entr'elles, faiſoit une partie très-ſenſible du poids de l'atmoſphere ; mais perſonne, que je ſçache, n'a bien examiné la proportion qui eſt entre la mer & ces vapeurs, qui ſont l'origine non-ſeulement des pluies, mais encore des fontaines. Je crois qu'on ne ſera pas fâché de voir la maniere dont j'ai eſſayé de déterminer la quantité des vapeurs, qui s'élevent par la chaleur.

J'ai pris un vaſe plein d'eau, pro-

fond de quatre pouces, & dont le diametre étoit de 7 pouces $\frac{9}{10}$, dans lequel j'ai placé un Thermometre; enſuite par le moyen d'un réchaut plein de charbons allumés, j'ai échauffé l'eau juſqu'au même dégré de chaleur que nous reſſentons dans les Etés les plus chauds, comme il paroiſſoit par le Thermometre. Cela étant fait, j'ai attaché ce vaiſſeau ſans en rien ôter à un bout du fléau d'une balance, & j'ai mis de l'autre côté des poids juſtement de la même peſanteur. Il étoit aiſé de conſerver le même dégré de chaleur dans l'eau, en rapprochant ou en éloignant le réchaut plein de feu. Je remarquai bientôt que le poids de l'eau diminuoit ſenſiblement; & au bout de deux heures il y manquoit un demie-once, poids de *Troyes*, moins ſept grains, c'eſt-à-dire, 233 grains d'eau, qui s'étoit évaporée dans cet eſpace, quoiqu'on n'en vît monter aucune fumée, & que l'eau ne parût pas chaude au toucher. Cette quantité d'eau évaporée en ſi peu de tems ſemble très-conſidérable: car il s'enſuit

de-là, qu'en vingt-quatre heures il s'évaporeroit ſix onces d'eau d'une ſurface auſſi petite que l'eſt celle d'un cercle de huit pouces de diametre.

Pour tirer de cette expérience une ſupputation exacte, & déterminer la grandeur du volume d'eau qui s'étoit ainſi évaporée, je me ſers de l'expérience qui a été faite dans la Société d'Oxford ; c'eſt qu'un volume d'eau de la grandeur d'un pied cubique d'Angleterre peſe 76 livres, poids de *Troyes*. Ce nombre étant diviſé par 1728, qui eſt le nombre des pouces cubiques contenus dans ce pied, donne 253 grains & $\frac{1}{1}$, ou une demi-once 13 grains pour le poids d'un pouce cubique d'eau. Le poids donc de 233 grains eſt $\frac{233}{253}$, ou 35 parties d'un pouce cubique diviſé en 38. Or l'aire d'un cercle dont le diametre eſt de 7 pouces $\frac{9}{10}$, contient 49 pouces quarrés, par leſquels diviſant la quantité de l'eau évaporée, ſçavoir $\frac{35}{38}$ d'un pouce, le quotient eſt $\frac{35}{1862}$ ou $\frac{1}{53}$; d'où il paroît que le volume de cette eau eſt la cinquante-troiſiéme partie d'un pouce ; mais pour la facilité du calcul, nous

ſuppoſerons qu'elle n'en eſt que la ſoixantiéme. Si donc l'eau auſſi chaude que l'air l'eſt en Eté, exhale la ſoixantiéme partie d'un pouce en deux heures de la ſurface décrite, il s'en exhalera la dixiéme quantité ſuffiſante pour fournir à toutes les pluies, fontaines & roſées. Ce calcul peut même ſuppoſer la mer, ſans qu'elle diminue, ni ſe déborde, comme la mer Caſpie, qui eſt toujours d'une égale hauteur, & ſuppoſer encore le courant, que l'on dit qui eſt toujours dans le détroit de Gibraltar, quoique la mer Méditerranée reçoive un grand nombre de rivieres conſidérables.

Pour eſtimer la quantité d'eau qui s'éleve en vapeurs de la mer, je crois qu'on la doit ſeulement conſidérer pendant le tems que le Soleil eſt levé: car pour la nuit, il retombe autant d'eau en roſée, ou même plus, qu'il n'en monte en vapeurs pendant ce tems-là. Il eſt vrai que l'Eté, les jours ſont de plus de douze heures; mais cette longueur du jour eſt contrebalancée par la foibleſſe de l'action du Soleil lorſqu'il ſe leve, & avant que

l'eau ſoit échauffée. Ainſi je ſuppoſe qu'il s'éleve par jour en vapeurs la $\frac{1}{10}$ d'un pouce de l'étendue marquée de la ſurface de la mer : on ne pourra pas rejetter cette conjecture.

Selon cette hypotheſe, dix pouces en quarré de la ſurface de l'eau fourniront par jour en vapeurs un pouce cubique d'eau ; chaque pied en quarré une *demi-pinte ;* quatre pieds en quarré *un gallon ;* un mille en quarré 6914 tonneaux ; & un dégré en quarré, ſuppoſé qu'il ſoit de 69 milles d'Angleterre, exhalera en vapeurs trente-trois millions de tonneaux. Si l'on donne à la Méditerranée quarante dégrés de longueur, & quarante-quatre de largeur, eu égard aux endroits plus larges & à ceux qui ſont plus étroits, ce qui eſt ſans doute le moins qu'on puiſſe lui donner, ce ſeroit cent ſoixante dégrés de mer en quarré ; & par conſéquent toute la mer Méditerranée dans un jour d'Eté jettera en vapeurs 5280 millions de tonneaux. Cette quantité de vapeurs, quoique très-grande, eſt pourtant le moins qu'on

en puiſſe ſuppoſer, ſelon l'expérience que l'on a rapportée. Il eſt vrai qu'il y a une autre choſe qu'on ne ſçauroit réduire à des regles certaines; ce ſont les vents, qui détachent de la ſurface de l'eau plus de particules que la chaleur du Soleil n'en fait évaporer, comme on le peut aiſément concevoir, ſi l'on a fait quelque réflexion ſur ces vents deſſéchans, qui ſouffient quelquefois.

Il eſt très-difficile d'eſtimer la quantité d'eau que la mer Méditerranée reçoit des rivieres qui y tombent, à moins que l'on n'eût les moyens de meſurer leurs embouchûres & leur rapidité. Tout ce que l'on peut faire dans cette occaſion, c'eſt de leur donner plutôt une plus grande quantité d'eau, qu'elles n'en ont en effet, que de leur en ôter; c'eſt-à-dire, de ſuppoſer qu'elles ſont plus grandes qu'elles ne le ſont, ſelon toutes les apparences, & enſuite comparer la quantité d'eau que la Tamiſe porte dans la mer, avec celle de ces rivieres qui doivent entrer dans notre calcul.

La mer Méditerranée reçoit ces neuf rivieres conſidérables, l'Ebre, le Rhône, le Tibre, le Po, le Danube, le Nieſter, le Boriſthene, le Tanaïs, le Nil, les autres n'étant ni ſi célebres, ni ſi groſſes. Nous ſuppoſerons que chacune de ces neuf rivieres a dix fois plus d'eau que la Tamiſe, non qu'il y en ait aucune qui en ait réellement dix fois autant, mais pour comprendre dans notre calcul les autres moindres rivieres qui ſe déchargent dans la Méditerranée, dont on ne ſçauroit autrement eſtimer la grandeur.

Pour meſurer l'eau de la Tamiſe, je la prends au Pont de *Kingſton*, juſqu'où le reflux n'arrive jamais, & où l'eau coule toujours en bas. La largeur de ſon lit eſt de cent verges, & ſa profondeur de trois, à la ſuppoſer partout égale, dans laquelle ſuppoſition je ſuis aſſuré que je lui donne plus d'étendue que moins qu'elle n'en a. Le volume de l'eau eſt donc en cet endroit de trois cens verges en quarré; cela multiplié par quarante-huit mille (c'eſt la quantité

d'eau que je crois qui s'écoule en vingt-quatre heures, à mettre deux milles par heure,) ou 84480 verges, donne 25344000 verges cubiques d'eau qui doivent s'écouler en un jour, c'eſt-à-dire, 20300000 tonneaux par jour. Je ſuis perſuadé que par ce que j'ai donné de plus au lit de la riviere qu'il n'a réellement, je lui ai accordé une grandeur ſuffiſante pour y comprendre les rivieres de *Brent*, de *Wandel*, de *Lea*, de *Darwent*, qui ſont de quelque conſidération, & qui ſe déchargent dans la Tamiſe au-deſſous du Pont de *Kingſton*.

Maintenant ſi chacune de ces neuf rivieres a dix fois plus d'eau que la Tamiſe, il s'enſuivra que chacune portera par jour à la mer 203 millions de tonneaux, & que le tout ne fera que 1827 millions de tonneaux; ce qui n'eſt qu'un peu plus que le tiers de ce que j'ai fait voir s'élever en vapeurs de la Méditerranée en douze heures de tems.

L'Auteur nous avertit en finiſſant, que pour faire l'expérience dont nous

avons parlé, il s'eſt ſervi d'eau qui avoit été ſalée juſqu'au même dégré que l'eau commune de la mer, c'eſt-à-dire, en y diſſolvant une quatriéme partie de ſel.

Par M. Halley, Bibliotheque Univerſelle pour l'année 1688. pag. 195.

ARTICLE

ARTICLE IX.

Obſervations ſur les différentes cauſes des Vents.

QUoiqu'on ſçache que le vent n'eſt autre choſe qu'un air en mouvement, il eſt néanmoins difficile de découvrir les cauſes par leſquelles ce mouvement eſt produit, parce qu'outre que chaque ſorte de vent peut avoir une cauſe particuliere, il y en a certains qui en ont de compliquées. Il faut poſer pour principe, 1º. Que la chaleur dilate l'air, & que la flamme le chaſſe tout-à-fait de l'endroit où elle ſe trouve, tant qu'elle dure. 2º. Qu'un certain volume d'air peſe plus ou moins, ſelon qu'il eſt plus ou moins dilaté. Or cette dilatation dans nos climats va du ſimple au double dans les ſaiſons extrêmes. Ainſi dans le plus grand froid de nos hivers, un même volume de l'air qui nous environne, peſe le double de ce qu'il peſe dans le plus grand chaud de nos Etés.

Les vents peuvent être diviſés en trois claſſes. Dans la premiere nous mettons les vents dont les cauſes paroiſſent évidentes ; dans la ſeconde, ceux dont les cauſes ſont plus cachées ; & dans la troiſiéme, ceux dont les cauſes ſont encore inconnues. Il y a des vents dont la cauſe paroît évidente; tel eſt celui qui précede le lever du Soleil, & qui ſuit ſon coucher. Ce vent n'eſt bien ſenſible qu'entre les deux tropiques, où l'air étant extrêmement raréfié par les rayons du Soleil, eſt repouſſé de toutes parts vers les endroits de la terre qui n'en ſont pas éclairés ; & comme entre les deux tropiques le Soleil ſe leve avec peu ou point d'obliquité, la dilatation de l'air par les rayons de cet Aſtre ſe fait bruſquement ; ce qui produit dans l'endroit de la terre nouvellement éclairé un vent chaud, qui s'échauffe de plus en plus, juſqu'à ce que l'air y ſoit autant raréfié qu'il le puiſſe être par la préſence du Soleil.

Le contraire doit arriver au coucher de cet Aſtre, qui diſparoiſſant tout d'un coup, n'entretient plus la raréfaction de l'air ; enſorte que pen-

dant qu'elle ceſſe peu à peu, l'air froid & peſant des endroits voiſins non éclairés par le Soleil venant à fondre ſur cet air chaud & raréfié, le dérange d'autant plus fortement, que le poids de l'un eſt plus conſidérable que le poids de l'autre.

Auſſi les ſoirs commence-t-on à ſentir un vent frais, qui va toujours en augmentant, juſqu'à paroître très-froid & inſupportable aux habitans. Les Marins appellent ces vents des *Briſes*; & ils les diſtinguent en vents de terre & en vents de mer, parce qu'ils ſoufflent tous les jours alternativement pendant l'eſpace d'environ douze heures, les uns de la terre ſur la mer, les autres de la mer ſur la terre.

Parmi les vents dont les cauſes ſont plus difficiles à découvrir, nous pouvons mettre les vents qu'on nomme *Alizzes*. On en doit attribuer la cauſe au mouvement journalier de la terre ſur ſon axe. Ce mouvement en imprime un ſemblable aux eaux de l'Océan; mais qui paroît en ſens contraire, à cauſe de la lenteur de leur révolution. Si la ſurface de la terre

étoit unie, & que les montagnes ne s'oppoſaſſent point au mouvement des eaux, il eſt conſtant qu'il devroit ſuivre exactement la ligne équinoxiale; c'eſt ce qu'on remarque auſſi dans le grand eſpace de la mer du Sud, depuis les côtes Occidentales de l'Amérique juſqu'aux Indes Orientales, où le courant des eaux ſuit toujours cette même ligne, & ne s'en détourne que fort peu en certaines ſaiſons. Mais comme les hautes montagnes, & principalement celles dont les côtes Orientales de l'Amérique ſont bordées d'un pole à l'autre, barrent preſque tout-à-fait le paſſage des eaux, il arrive qu'une bonne partie de ces eaux eſt obligée de revenir ſur ſes pas par un grand détour, en gliſſant le long des côtes qu'elles rencontrent en chemin; & l'on a donné le nom de *courans* aux différentes routes que cet obſtacle leur fait prendre pour faire le tour de la terre. Comme l'air eſt un liquide qui nâge ſur toute la ſurface du globe terreſtre, cette partie de l'air qui eſt porté ſur ces courans, en eſt continuellement entraîné, & devient par-là un vent qui eſt toujours pouſſé

d'un même côté ; c'eſt ce qu'on appelle *vents Alizzes.*

Tous les courans, & par conſéquent les vents qui les ſuivent, ne gardent pas toujours la même route pendant toute l'année. Il y en a qui en changent ſelon les ſaiſons ; ce qu'on peut principalement attribuer à la différente poſition du Soleil dans l'Ecliptique. Auſſi les courans qui portent à l'Eſt ou à l'Oueſt, de quelque maniere que ce ſoit, ſont-ils tous ſujets à ce changement ; au lieu qu'on n'en remarque preſque point dans ceux qui portent au Nord ou au Sud, ſoit directement, ſoit un peu de biais. On obſerve ce changement dans les eaux qui tombent de la mer du Sud dans les Iſles des Indes Orientales, & qui y produiſent différens courans, dont un des plus conſidérables paſſe pendant notre Eté deſſous le Cap de Comorin dans la mer Perſique, & s'étend du Nord au Sud juſqu'au Cap de Bonne-Eſpérance, parce que le Soleil étant pour lors dans les Signes Septentrionaux, pouſſe ſes rayons du Nord au Sud pendant notre Hiver. Au contraire le Soleil parcourant les Signes Méridio-

naux, pouſſe les eaux de ces mêmes courans du Sud au Nord, & les fait remonter le long des côtes de l'Afrique vers les côtes du Malabar. Ainſi les vents qui ſuivent ces courans, doivent pour lors ſouffler de l'Oueſt vers l'Eſt ſur ces côtes, & y porter la pluie, parce qu'ils viennent continuellement de la mer ſur la terre; & dans l'autre ſaiſon au contraire, les vents venant de l'Eſt à l'Oueſt, qui à l'égard des côtes de Malabar ſont des vents de terre, il n'y pleut jamais.

Pour les courans qui paſſent au-deſſous du Cap de Bonne Eſpérance, comme ils trouvent en leur chemin le grand obſtacle des terres de l'Amérique, ils ſont obligés de monter en partie le long des côtes Septentrionales du Bréſil, pour entrer dans le golfe du Mexique, d'où ayant pris le tournant de la Floride, & ſuivi les côtes de la Virginie & de la Nouvelle France, ils ſe confondent avec le courant qui deſcend de la mer Glaciale, & qui va du Nord au Sud vers les Tropiques.

Ce courant ſuit pendant toute l'année à peu près la même route, étant

trop fort pour être dérangé par les rayons du Soleil. Le vent qu'il produit ne change pas non plus, à moins qu'il n'arrive de fortes briſes, qui produiſent certains vents que les Marins appellent des *Tourbillons*, ou des *Tornados*.

Pluſieurs expériences démontrent, que la preſſion de l'air doit être attribuée aux rayons du Soleil. La premiere eſt la fonte de tous les corps, & de l'or même, par les rayons concentrés du Soleil. Cette fonte ne ſe peut faire, que le Soleil ne preſſe aſſez fortement la matiere de la lumiere dans les pores du métal, & en aſſez grande quantité pour en écarter les parties, & ſe mêler entr'elles.

Quand on a redreſſé un reſſort de montre, & qu'on l'engage par un de ſes bouts dans un bloc de bois, ſi l'on pouſſe par ſecouſſes réitérées contre le bout libre du reſſort le foyer d'un miroir ardent, le reſſort fera des vibrations auſſi ſenſibles que ſi on l'avoit pouſſé avec un bâton. Voilà ce que font les rayons concentrés. Les rayons libres ne ſont pas dépourvûs de cette propriété. En beaucoup d'endroits du

Danube, les moulins qui ſont ſur ce Fleuve, ceſſent de travailler depuis le lever du Soleil juſqu'à midi, qu'ils recommencent d'aller, & continuent juſqu'au lendemain matin, & cela régulierement tous les jours de l'année. Quand on examine de près ce phénomene, on obſerve que la riviere, depuis Bude juſqu'à Belgrade, coule fort lentement de l'Occident à l'Orient; qu'ainſi le Soleil depuis ſon lever juſqu'à midi doit pouſſer ſes rayons ſur la ſurface de cette riviere, & la preſſer d'un ſens contraire au mouvement de ſes eaux, ce qui eſt capable d'en arrêter le cours qui eſt très-foible en cet endroit. Quand au contraire le Soleil a paſſé le Méridien, comme ſes rayons preſſent de l'Occident à l'Orient, ſelon le cours de la riviere, non-ſeulement ils ne s'y oppoſent plus, mais même ils l'accélerent, & remettent par conſéquent les moulins en état de travailler.

Les vents dont les cauſes ſont inconnues, ſont ceux qui régnent toujours en Europe, & particulierement dans nos climats, qui ſont à peu près également

également diſtans du Cercle polaire & du Tropique. Ces vents ſoufflent continuellement, ſoufflant indifféremment de tous les points de l'horiſon, ſans garder aucune regle connue. Il y a bien de l'apparence qu'ils ne ſont pas produits par une ſeule cauſe. En voici une qui paroît fort probable, & qui peut concourir avec les autres. Si on joint bruſquement un eſprit acide, tel que l'eſprit de nitre, avec une huile éthérée, comme l'huile de gérofle, il en réſulte une flamme qui eſt enlevée dans le moment par l'air peſant qui l'environne; ce qui ôte le moyen de l'examiner davantage. Mais ſi on verſe goutte à goutte l'eſprit de nitre dans cette huile, l'effervescence ſe fait peu à peu ſans que le mêlange s'enflamme, & il en réſulte une réſine, qui étant diſtillée, rend un eſprit acide, & une huile éthérée capable de s'enflammer, & de reproduire une réſine comme auparavant.

De-là on peut conjecturer que les exhalaiſons ſulfureuſes ou huileuſes, & les ſalines ou acides qui s'élevent en tout tems de la terre, & qui na-

gent ſéparément dans l'air, venant à ſe joindre en aſſez grande quantité, s'enflamment dela même maniere que dans l'expérience qu'on vient de rapporter; ce qui forme ce que nous appellons des éclairs. Comme ces matieres après avoir été enflammées ne font que ſe ſéparer, elles peuvent ſe réunir de nouveau une infinité de fois, & produire de nouveaux éclairs, juſqu'à ce que les exhalaiſons aqueuſes, qui nagent auſſi dans l'air, s'étant rapprochées par les ſecouſſes des éclairs, forment la pluie qui ramene ſur la terre toutes les autres exhalaiſons, & fait ceſſer le tonnerre & les éclairs. Voilà ce qui arrive,quand les exhalaiſons ſulfureuſes & acides ſe trouvent dans l'air pêle-mêle avec les exhalaiſons aqueuſes; mais quand elles ſe trouvent au-deſſus, il ſe fait des éclairs fort fréquens ſans pluie & ſans tonnerre, parce que les vapeurs aqueuſes n'en ſont pas ébranlées, & que le bruit de la percuſſion de l'air ne parvient pas juſqu'à nous à cauſe de la trop grande diſtance. Or, ſelon ces principes, ces éclairs étant de grandes flammes, doivent chaſſer l'air

d'alentour, & par conséquent produire des vents, qui ne sont autre chose qu'un air mis en mouvement. Quand ces éclairs durent pendant quelque tems d'un même côté, ils peuvent donner au vent une détermination suivie & durable; & comme il se fait des éclairs indifféremment par-tout, ils produisent des vents qui viennent indifféremment de tous côtés, & qui changent continuellement. Les éclairs étant produits en bien plus grande quantité vers les Tropiques qui sont au Sud par rapport à nous, font que la plûpart des vents nous viennent ordinairement du côté du Sud. Ceux qui nous viennent du Nord, sont produits par la pesanteur de l'air froid, qui vient à tomber sur l'air qui avoit été raréfié par les éclairs. On observe que nos vents qui sont tous variables, viennent toujours par secousses; d'où l'on peut conjecturer que ces secousses sont produites par les éclairs, qui se suivent de près les uns les autres.

Par M. Homberg, Mém. de Trévoux, Août 1708. page 1412.

ARTICLE X.

Eſſai ſur la cauſe des Vents aliſés.

TOut le monde convient que l'action du Soleil eſt la cauſe originale des vents aliſés, & qu'il les produit en cauſant une plus grande raréfaction de l'air, dans les lieux où ſes rayons tombant perpendiculairement, ou preſque perpendiculairement, excitent un plus grand dégré de chaleur qu'ils ne font dans d'autres endroits; de ſorte que dans ces lieux où les rayons tombent perpendiculairement, l'air devenu ſpécifiquement plus léger que celui qui l'environne, doit être chaſſé de ſa place par cet air plus frais, qui eſt plus denſe & plus peſant. Mais il ſemble que le ſeul effet de cette raréfaction doive être de faire venir avec force l'air de toutes parts dans l'endroit où il eſt le plus raréfié, particulierement du Nord & du Sud, où l'air eſt le plus frais, &

non pas principalement de l'Eſt & de l'Oueſt, comme on le ſuppoſe communément; de ſorte que mettant à quartier le mouvement diurne de la terre, l'air viendra de tout côté vers l'endroit où l'action du Soleil eſt actuellement la plus forte: d'où il ſuit qu'il y aura ſucceſſivement un vent de Nord ou Eſt le matin, & un vent de Nord-Eſt l'après midi, de ce côté ici du parallele de la déclinaiſon du Soleil, & un vent de Sud-Oueſt & de Sud-Eſt de l'autre côté.

Ce mouvement perpétuel de l'air vers l'Oueſt ne ſçauroit être cauſé par la ſeule action du Soleil ſur l'atmoſphere, comme il paroîtra plus évidemment encore par le raiſonnement ſuivant. Si l'on ſuppoſe que la terre ſoit en repos, ce mouvement de l'air ſera communiqué d'abord aux parties ſuperficielles, & produira peu à peu une révolution de tout l'air vers le même côté, à moins que la même quantité de mouvement ne ſoit communiquée en même tems à l'air dans d'autres endroits, mais dans une direction contraire; ce qu'on ne ſçauroit ſuppoſer. Mais ſi le globe de la

terre avoit auparavant un mouvement à l'Eſt, ce mouvement de l'air doit être pour cela même continuellement retardé ; & ſi l'on ſuppoſe que ce mouvement de l'air naît d'une action quelconque de ſes parties l'une ſur l'autre, la conſéquence ſera la même : c'eſt pourquoi il ſemble qu'il ſoit néceſſaire de montrer, comment ce phénomene des vents aliſés peut être cauſé ſansqu'il y ait réellement un mouvement général produit dans l'air vers l'Oueſt ; c'eſt ce qu'on montrera facilement, ſi l'on conſidere en même tems le mouvement diurne de la terre.

Car ſuppoſons que l'air ait partout un mouvement égal au mouvement diurne de la terre ; en ce cas il n'y aura point de mouvement relatif de la ſurface de la terre & de l'air, & par conſéquent point de vent. Maintenant que par l'action du Soleil ſur les parties qui environnent l'équateur, & par la raréfaction de l'air produite par cette action, l'air ſoit attiré là des parties Septentrionales & Méridionales, les paralleles deviennent toujours plus grands à proportion qu'ils ſont plus proche de l'équateur ; & l'équateur eſt plus grand que les tropiques, à

peu près dans la raiſon de 1000 à 9171 ; & par conſéquent la différence de leur circonférence eſt à peu près de 2083 milles ; & la ſurface de la terre ſe meut d'autant plus vite ſous l'Equateur, que la ſurface de la terre avec l'air ſous les tropiques : d'où il ſuit que l'air qui ſe meut des Tropiques vers l'Equateur, ayant moins de vélocité que les parties de la terre auſquelles il arrive, aura un mouvement relatif contraire au mouvement diurne de la terre dans ces endroits-là ; lequel mouvement relatif étant combiné avec le mouvement de l'air vers l'Equateur, produira un vent de Nord-Eſt de ce côté ici de l'Equateur, & un vent de Sud-Eſt de l'autre côté.

A meſure que l'air approche de l'Equateur, ces vents deviennent toujours plus forts, & de plus en plus à l'Eſt, juſqu'à ce qu'ils deviennent tout-à-fait Eſt ſous l'Equateur, (comme on le trouve auſſi par expérience) à cauſe du concours des deux courans de l'air du Nord & du Sud ; & la viteſſe du vent ſera à raiſon de 2083 milles dans l'eſpace d'une révolution

de la terre ou d'un jour naturel, & de plus d'un mille & un tiers dans une minute; ce qui eſt une plus grande vîteſſe que celle du vent dans les plus grandes tempêtes : car ſuivant les obſervations du Docteur Derham, l'air ne parcourt pas alors plus d'un mille dans une minute. Mais il faut remarquer qu'avant que l'air puiſſe être arrivé des Tropiques à l'Equateur, il faut que la ſurface de la terre ou de la mer lui ait communiqué un peu de mouvement vers l'Eſt, par où ſon mouvement relatif eſt diminué ; & dans pluſieurs circulations ſucceſſives, il ſera réduit à la force que l'on trouve qu'il a effectivement.

L'Auteur ſe ſert des mêmes principes pour rendre raiſon des vents aliſés hors des Tropiques, & il finit par ces deux conſéquences. Premierement, ſans le ſecours du mouvement diurne de la terre, la navigation ſeroit prodigieuſement longue, principalement vers l'Eſt à l'Oueſt, & il ſeroit peut-être impoſſible de faire tout le tour de la terre. En ſecond lieu, il faut que les vents de Nord-Eſt & de Sud-Eſt qui ſoufflent en-

tre les Tropiques, ſoient compenſés par des vents de Nord-Oueſt & de Sud-Oueſt qui ſoufflent ailleurs; & en général il faut que tous les vents qui ſoufflent de quelque point que ce ſoit, ſoient compenſés par des vents contraires qui ſoufflent en quelqu'autre endroit, ſans quoi il faudroit qu'il y eût quelque changement produit dans le mouvement de la terre ſur ſon axe.

Par M. Hadley, Bibliotheque Britannique, Tome XIII. page 345.

ARTICLE XI.

Dissertation sur les Causes Physiques des tremblemens de Terre.

TOut effet est proportionné à sa cause ; un effet terrible, violent, impétueux, ne peut venir d'une cause légere & foible : or que peut-on concevoir de plus violent & de plus terrible, que ces secousses qui ouvrent les entrailles de la terre, & en font sortir des rochers & des flammes qui s'élevent jusqu'aux nues ? Les mines que l'on fait jouer par le moyen de la poudre, produisent bien des effets du même genre ; mais qu'il s'en faut bien qu'ils puissent leur être égales. Il s'agit donc de trouver quelque chose qui puisse agir avec assez de violence pour produire de si terribles effets.

Nous ne connoissons rien de plus actif dans la nature que le feu : sa promptitude & sa force paroissent surtout dans la poudre, qui allumée dans un canon, chasse le boulet avec

une vîteſſe qui égale preſque celle de la foudre; mais comme l'analogie de la poudre peut ſervir extrêmement à expliquer la cauſe des tremblemens de terre, nous commencerons par expliquer de quelle maniere la poudre s'allume & agit.

La poudre eſt un compoſé de ſoufre, de ſalpêtre & de charbon. Le ſoufre & le charbon ſont faciles à enflammer; le ſalpêtre eſt compoſé de parties inſenſibles aſſez ſemblables à un cône, & qui quand elles ſont ſéparees & agitées, occupent beaucoup plus d'eſpace que quand elles ſont en repos.

Il faut ſuppoſer enſuite, ce qui eſt invinciblement démontré, qu'il y a une matiere dans l'univers, qui a dans toute ſa maſſe & dans toutes ſes parties une agitation & un mouvement qui paſſe toutes nos expreſſions. Sa fluidité infinie & ſa délicateſſe fait qu'elle trouve des paſſages dans tous les corps, qui à ſon égard ſont comme des cribles, quelque ſolides & quelque maſſifs qu'ils nous paroiſſent. C'eſt parce que cette matiere trouve dans le verre & dans les liqueurs tranſ-

parentes des routes droites, qu'elle apporte à nos yeux des objets qui ſont au-delà, comme on l'explique dans la Dioptrique. Cette matiere, malgré ſon mouvement infini, ne dérange ſenſiblement rien dans l'univers par elle-même, parce que ſes parties ſont trop délicates pour agir ſur les corps groſſiers, & qu'elle trouve dans tous ces corps des paſſages qui facilitent ſon mouvement; ſemblable à l'eau d'une riviere qui ne renverſe pas les ponts, quelque rapide qu'elle ſoit, quand elle y trouve des arches aſſez larges pour s'écouler. Mais comme cette riviere deviendra capable de rompre les ponts les plus ſolides ſi elle entraîne avec elle de groſſes piéces de glace, des poutres & des bateaux, dont elle heurte les piles & les arcades de ces ponts; de même cette matiere ſubtile, quand elle peut environner de toute part quelques parties inſenſibles des corps auſquels elle puiſſe communiquer ſon mouvement, il n'y a rien qu'elle ne puiſſe détruire & renverſer avec ce ſecours.

Si nous concevons donc que lorſqu'on frappe un morceau d'acier con-

tre un caillou, leur dureté mutuelle, leurs inégalités, & la violence du choc fait qu'il ſe détache avec rapidité quelque petite partie de l'acier. Cette petite partie eſt emportée dans l'air en tourbillonnant : elle écarte d'elle par ſon mouvement toutes les parties de l'air groſſier qui l'environnoient ; & ne ſe trouvant plus environnée que de cette matiere ſubtile dont nous venons de parler, elle en ſuit le mouvement, & paroît à nos yeux ſous la forme de feu, à cauſe de la nouvelle façon dont elle repouſſe vers eux la matiere de la lumiere. Cette petite partie d'acier entre les mains, pour ainſi dire, de cette matiete ſubtile, devient capable de tout : elle enflammera les corps ſur leſquels elle tombe, & ces nouveaux corps enflammés augmenteront l'incendie ; à peu près comme lorſqu'un vaiſſeau qui ſuit le cours d'une riviere rapide a renverſé un pont de bois, les piéces de ce pont tombant dans la riviere ſéparées, & y acquerant du mouvement, deviennent-elles mêmes capables de cauſer un nouveau dégât. Ainſi lorſque cette étincelle tombe ſur un grain de pou-

dre, elle en agite avec violence les parties, elle les ſépare, elle les fait nâger dans cette matiere ſubtile qui l'environne; & les parties de ce grain de poudre faiſant à la ronde le même effet ſur les grains qui les touchent, toute la poudre dans quelques inſtans ſe trouve diviſée juſques dans ſes plus petites parties, qui nâgeant toutes dans cette matiere ſubtile, ſont pouſſées de toute part avec une extrême violence. En quoi il y a deux choſes à remarquer: la premiere, que le feu ne ſe communique à la poudre que ſucceſſivement; la ſeconde, que les parties inſenſibles de la poudre avant qu'elle s'enflamme, ſont en repos les unes auprès des autres, & occupent peu d'eſpace: mais quand ſéparées les unes des autres, elles tournent & pirouettent chacune à part, elles ſe chaſſent & s'écartent mutuellement. Un grain de poudre ainſi diviſé par le feu, occupe environ deux mille fois plus d'eſpace qu'avant d'être enflammé. C'eſt-là le principe des effets ſurprenans de la poudre.

En effet ſi l'on conçoit que la poudre renfermée dans un eſpace fort

étroit, comme pourroit être l'ame d'un canon, vient tout à coup à s'enflammer, comme il lui faudroit un eſpace beaucoup plus grand, afin qu'elle pût ſe dilater autant qu'il eſt néceſſaire, elle fait effort de toute part contre les murailles de ſa priſon, & il faut abſolument qu'elle ſe faſſe jour par quelqu'endroit.

On peut maintenant tranſporter aux tremblemens de terre ce que nous venons de dire des effets de la poudre. Il y a dans la terre des concavités de différentes grandeurs, dont quelques-unes communiquent avec les eaux de la mer, & en ſont remplies, d'autres ſont pleines ſeulement des exhalaiſons qui s'échapent des terres voiſines; & ce ſont ces goufres qui donnent occaſion aux tremblemens de terre. Voici comme on peut concevoir la choſe. La terre intérieure eſt preſque toute métallique ou minérale; il n'eſt donc pas poſſible, que vers les régions où il s'engendre des mines de ſoufre, de ſalpêtre, de fer, ces goufres ſouterrains ne ſe rempliſſent inſenſiblement d'exhalaiſons ſulfureuſes, de parties ſubtiles de nitre, de fer,

de bitume, &c. qui arrêtées par les voutes de ces caverues s'y condenſent, & forment un air épais très-capable de s'enflammer, & aſſez ſemblable à cette fumée graſſe que rend une chandelle mal éteinte : car l'expérience nous apprend que cette fumée s'enflamme ſi aiſément, que ſi on met une chandelle allumée au-deſſus, la flamme en deſcendant ſuit cette fumée juſqu'à ſa ſource, & rallume ainſi la chandelle qui étoit éteinte.

Il ne s'agit plus maintenant que de trouver quelque cauſe qui mette le feu à ces exhalaiſons. Or il peut y en avoir pluſieurs au lieu d'une : car une pierre peut, en ſe détachant des voutes naturelles de ces cavernes, produire par ſa chute quelque étincelle ; ce qui ſuffit à une matiere ſi diſpoſée à prendre feu. D'ailleurs comme le dedans de ces cavernes eſt enduit d'une croute de ſoufre, de bitume, de ſalpêtre qui s'y attache, quelques morceaux de cette croute peuvent en tombant des voutes où ils étoient collés, rouler ſur d'autres croutes & s'enflammer, comme quelques peuples de l'Amérique n'allument du feu qu'en frottant

avec

avec force deux morceaux de bois l'un contre l'autre. Enfin une exhalaiſon acide ſe mêlant à celle qui remplit déja ces cavernes, peut l'enflammer ; comme il arrive dans la Chymie, où le mélange de l'eſprit de nitre avec l'huile de térébenthine produit tout à coup une chaleur & des flammes qui ſurprennent.

Suppoſé donc que quelqu'une de ces cauſes ait enflammé les exhalaiſons contenues dans ces lieux ſouterrains, il doit arriver ce que nous avons dit de la poudre, c'eſt-à-dire, que tout à coup cette matiere enflammée ſe dilate, & fait effort pour crever ſa priſon. Souvent l'exhalaiſon n'eſt pas en aſſez grande quantité, & les terres qu'il faudroit ſoulever pour ſe faire jour ſont trop épaiſſes ; & alors les peuples qui habitent les lieux ſous leſquels ces choſes ſe paſſent, n'entendent que des bruits ſourds qui viennent de deſſous la terre, & ne ſentent que de légers frémiſſemens, quelquefois même rien du tout, comme il arrive lorſqu'on n'a pas chargé aſſez une mine : la

poudre qui ne s'y trouve pas en assez quande quantité, ne pouvant soulever le poids d'un bastion, ou de quelqu'autre édifice, demeure sans produire au dehors aucun effet sensible.

Quelquefois l'exhalaison étant assez forte, comme elle ne peut pas se faire jour ni vers le centre de la terre, ni vers les côtés des cavernes, à cause de la résistance qu'elle y trouve, elle souleve les terres, & se fait un passage en haut vers la surface; de-là ces feux horribles, qui dans les tremblemens de terre sortent quelquefois des abymes pour s'élancer dans les airs. Quelquefois lorsque la surface de la terre soulevée s'entr'ouvre, il se détache des deux côtés de l'ouverture des rochers, des sables, des matieres minérales que leur pesanteur portent en bas. Mais toutes ces matieres rencontrées par l'exhalaison qui se fait jour, sont repoussées en haut avec tant de violence, & en si grande quantité, que les pays voisins en demeurent couverts, & qu'elles forment des montagnes

conſidérables. Ces rochers & ces terres minérales mêlées à une flamme ſi vive & ſi active, ſe fondent quelquefois, & reſſemblent aſſez au machefer, que les Forgerons trouvent dans leurs fournaiſes ; le reſte s'en va en cendres, que le vent porte au travers des airs juſques dans des lieux fort éloignés : c'eſt ainſi que les ouragans qui accompagnent quelquefois ces grands phénomenes, ont porté juſqu'en Afrique des cendres du Mont Etna par-deſſus la mer Méditerrannée.

Mais il n'arrive pas toujours que des flammes ſortent de la terre, ni que l'exhalaiſon après avoir ébranlé & ſecoué les terres voiſines lorſqu'elle s'eſt enflammée, s'ouvre un paſſage nouveau ; elle s'échappe quelquefois par des trous, tantôt imperceptibles, tantôt aſſez ſenſibles, & cela ſans rien renverſer, ſemblable à ces mines éventées, qui ne produiſent qu'une petite partie de leur effet. Tout l'air néanmoins ſe trouve mêlé d'un odeur de ſoufre & de ſalpêtre, qui avertit aſſez que l'exhalaiſon eſt ſortie. Les fontaines tariſſent quelquefois pour

quelque tems, parce que cette matiere enflammée qui s'éleve, emporte avec elle & diſſipe les vapeurs, qui ſe condenſant vers la ſuperficie de la terre, formoient les fontaines; & quelquefois il paroît de nouvelles fontaines, parce que l'ébranlement des terres a déterminé les canaux ou les lits de la terre glaiſe à pancher vers de nouveaux endroits, ou formé même de nouveaux canaux.

On voit facilement pourquoi nous ſentons quelquefois en France les tremblemens de terre dont les cauſes ſont ſous l'Italie & la Sicile. Les terres de ces régions étant continues avec les nôtres, du moins par deſſous les mers, elles ne peuvent recevoir de grandes ſecouſſes, que leur continuité ne les tranſmette juſqu'à nous. En effet les terres étant appuyées les unes contre les autres, & liées enſemble par des chaînes de rochers, le mouvement ſe communique de là juſqu'à nous, & plus loin même: car il va tojours en diminuant.

Les peuples ſous leſquels s'engendrent & s'amaſſent les exhalaiſons ſuifureuſes, ſentent que la terre ſe fou-

leve ſous leurs pieds. Tout paroît s'écrouler enſuite; ils entendent un fracas de rochers briſés, des mugiſſemens affreux; leurs genoux ſemblent ſe dérober ſous eux; & ils ne ſauroient courir ſans tomber; mais ceux qui en ſont éloignés, ſentent ſeulement la terre pouſſée & repouſſée vers quelque point de l'horiſon.

Les lieux élevés ſentent bien mieux les impreſſions d'un tremblement de terre que les lieux bas. Ainſi on s'apperçoit plus aiſément de ſes ſecouſſes au haut d'un grand édifice, que ſur le niveau de la campagne, parce qu'on eſt alors plus éloigné du centre du mouvement.

Il reſte maintenant à expliquer la cauſe des ſecouſſes continuées, qui accompagnent ordinairement les tremblemens de terre. Qu'eſt-ce qui produit ces ébranlemens réitérés, qui durent quelquefois pluſieurs jours? Ceux qui travaillent aux feux d'artifices, en ſe ſervant de fils ſoufrés ou de traînées de poudre qui portent le feu en différens endroits, font durer très-long-tems ce ſpectacle agréable. C'eſt à peu près ainſi que nous devons penſer que

le feu ſe communique peu à peu à différentes cavernes : il ſe gliſſe de l'une à l'autre par le moyen des ſoufres dont il y a des veines répandues dans les terres, qui portant la flamme de caverne en caverne, réitérent les ſecouſſes, & redoublent la peur & la conſternation des peuples qui demeurent au-deſſus. Quelquefois l'exhalaiſon enflammée renverſe & enfonce les murs naturels qui ſéparoient une caverne d'une autre, & y porte le feu. Alors ces deux effets ſe ſuivent de ſi près, & communiquent aux terres ſupérieures des ébranlemens ſi divers & ſi prompts, que ce ſont ces tremblemens-là qui renverſent les édifices les plus ſolides.

On peut penſer raiſonnablement qu'il arrive quelquefois, que de grands tremblemens ayant rompu les côtés de ces cavernes ſouterraines, & détaché de leurs voûtes des piéces énormes de rochers qui ſoutenoient la ſurface de la terre, cette ſurface s'affaiſſe inſenſiblement, & s'approche du centre ; d'où il arrive, que ſi la mer n'eſt pas ſi éloignée, ſes eaux gagnent, & couvrent inſenſiblement ces campa-

gnes, qui après avoir été habitées par les hommes, ſe trouvent peu à peu inondées. Que ſi la mer n'eſt pas voiſine, les ſources & les ruiſſeaux d'alentour s'y rendent comme dans des lieux plus bas, & y forment des lacs plus ou moins grands, ſelon l'étendue & la figure des terres qui ſe ſont affaiſſées.

Nous avons dit qu'il y avoit des cavernes ſouterraines remplies d'eau qui communiquoient à la mer, & celles-ci ſont plus proches du centre de la terre; peut-être même que tout le centre de la terre, juſqu'à une très-grande diſtance, en eſt occupé : car l'Ecriture marque, que la terre eſt fondée ſur les eaux. Il peut donc arriver, que les eaux détrempent ſans ceſſe le haut de ces cavernes qui les retiennent : elles en détachent des morceaux quelquefois auſſi grands qu'une Province, qui ſe précipitant avec la vîteſſe qu'on peut concevoir dans ces abîmes, en diviſent les eaux avec violence, & cauſent par leur chûte un tremblement de terre preſque univerſel, mais peu dangereux, & de peu de durée.

Il eſt aiſé de faire voir, que l'explication que nous venons de faire des tremblemens de terre, eſt conforme à l'expérience. La Sicile & l'Italie ſont les régions que nous connoiſſons les plus ſujettes à ces accidens. Or tout le monde ſait, que la Sicile ſurtout & le Royaume de Naples, ſont pleins de ſoufre, de ſalpêtre, de fer &c. Le mont Etna & les environs ſont ſi pleins de trous & de crevaſſes qui pénetrent bien avant dans les terres, qu'on peut croire que le deſſous de ces Pays eſt tout en cavernes & en voûtes. Tout le terroir du mont Hecla en Iſlande, eſt de la même nature. Dans l'Iſle de Téneriffe une des Canaries, où il ſe fit il y a quelques années des tremblemens de terre & des vomiſſemens de flammes ſi affreux, qu'il ſembloit aux Habitans, que l'Univers allât retomber dans l'ancien cahos, on trouve du ſoufre, du ſalpêtre, du fer, & le terroir n'eſt au-deſſous qu'un rocher plein de trous & de cavernes; d'où il s'enſuit, que la réſiſtance étant plus grande, l'effet en doit être plus violent.

Que ſi on veut voir en petit, & ſans danger,

danger, une imitation des tremblemens de terre, il n'y a qu'à faire un mêlange de parties égales de ſoufre, de limaille de fer, du poids de 50 livres ; réduire le tout en pâte avec un peu d'eau, enſuite enfouir cette maſſe renfermée dans un pot de terre long & étroit, à un pied de profondeur en terre : quand la chaleur du Soleil en Eté (car il faut que ce ſoit en Eté) a échauffé cette compoſition, elle ſe fermente, s'agite, ſouleve la terre, y fait des crevaſſes d'où il ſort des vapeurs ſulfureuſes mêlées de flammes : les ouvertures s'élargiſſent, & il s'en éleve des cendres jaunes & noires, qui ſe répandent tout autour.

On peut aiſément reconnoître dans cette expérience toutes les circonſtances de notre explication. Le pot de terre long & étroit repréſente les cavernes ſouterraines ; la limaille de fer & le ſoufre, les exhalaiſons ſulfureuſes & nitreuſes qui y ſont renfermées, & qui s'y allument : les ſecouſſes de la terre, les flammes & les cendres élancées au loin, tout cela eſt commun dans l'un & dans l'autre, & ſe fait de la même maniere & par les

mêmes raiſons en grand & en petit ; mais il y a cette différence, que la nature travaille dans ſes grands laboratoires ſouterrains avec plus de lenteur, que l'art qui emploie les matieres toutes préparées.

Pour ce qui eſt des ouragans qui accompagnent ſouvent les tremblemens de terre, on conçoit aſſez qu'une exhalaiſon enflammée, qui ſort avec une impétuoſité inexprimable du ſein des cavernes ſouterraines, & s'élance dans l'air, y doit cauſer de grands mouvemens, & y former des tourbillons capables de tout renverſer, & d'étouffer par ſa ſeule chaleur & ſa nature ſulfureuſe, les hommes & les animaux qu'elle rencontre dans ſa route.

Par le P. Aubert Jéſuite, Mémoires de Trévoux, Juin 1728. p. 1058.

ARTICLE XII.

Sur les Cauſes, les Prognoſtics & les différentes ſortes de Tremblemens de terre.

LEs anciens & nouveaux Philoſophes ont toujours été fort partagés ſur la cauſe des tremblemens de terre. Democrite, Anaximenes, Epicure, Lucrece & pluſieurs autres, croyoient qu'il rouloit ſous la terre de grands fleuves, & qu'il y avoit des lacs fort étendus, & de grandes cavernes; que l'eau, le feu ou le tems venant à ronger les ſoutiens de ces cavernes, elles tomboient & ſe précipitoient avec de groſſes maſſes de terre qu'elles ſoutenoient, & ſouvent des montagnes entieres; ce qui, ſelon eux, ébranloit & faiſoit trembler non-ſeulement les terres voiſines, mais encore les plus éloignées, & quelquefois même la terre entiere, lorſque ces groſſes maſſes de terre tombant dans ces lacs ſou-

terrains, excitoient dans les eaux un mouvement alternatif, ſi fort & ſi violent, qu'il pouvoit faire pencher la terre d'un côté & d'autre.

Quelques-uns ont crû, que cela pouvoit arriver par la violence des vents, comme Ariſtote, au rapport de Plutarque qui dit, que ſi lorſque quelque exhalaiſon eſt en mouvement, elle trouve le paſſage fermé, elle retourne pour lors en arriere, & ſe replie ſur elle-même; de ſorte qu'en heurtant de tous côtés, pour chercher un paſſage, ou rompre l'obſtacle qui le lui ferme, elle ébranle ainſi la terre.

D'autres Philoſophes, perſuadés que les effets violens de quelques tremblemens de terre, tels que furent ceux du tremblement qui arriva dans le Pérou proche de Lima, qui s'étendit environ trois cens lieues le long du rivage de la mer, & ſoixante & dix au dedans du continent, boulverſant les Villes & les montagnes, tranſportant le lit des fleuves & les ſources des fontaines, faiſant diſparoître quelques lacs, & en découvrant où il n'y en avoit jamais eu, &c. ou de celui qui, en 1538 forma une nouvelle Iſle de

quatre lieues de tour entre celles des *Terceres*, par la quantité de pierres que la mer vomiſſoit avec un bruit & un fracas épouvantable : perſuadés, dis-je, que tels effets ne peuvent être produits par la violence des vents, les attribuent à l'inflammation des exhalaiſons ſouterraines, leſquelles, ſelon la diſpoſition des cavernes où elles s'enflamment, ont plus ou moins de violence, ainſi qu'il arrive dans une mine où, ſelon la nature du terroir, la poudre en s'allumant fait plus ou moins de fracas.

Les tremblemens de terre qui ſe font ſentir ſi ſouvent dans les lieux où l'on voit des montagnes qui vomiſſent des flammes, ſemblent appuyer cette opinion, que nous regardons comme la plus probable ; & Pline qui eſt dans ce ſentiment, & qui compare les tremblemens de terre au tonnerre, en rapporte un fait extraordinaire, qui arriva près de Rome à la vûe de quantité de Chevaliers Romains, où l'on vit deux montagnes s'entrechoquer pluſieurs fois avec un grand bruit & un grand fracas ; & dans le tems qu'elles s'approchoient & s'éloignoient ainſi,

il ſortoit du milieu de ces montagnes des tourbillons de flammes & de fumée, ce qui faiſoit un ſpectacle qui en même-tems jettoit l'admiration & l'horreur dans les eſprits.

Quant aux ſignes ou prognoſtics des tremblemens de terre, Ariſtote, Pline & Seneque en rapportent un grand nombre, qui peuvent ſe réduire à quatre. Le premier eſt, lorſque les flots de la mer s'enflent & s'élevent ſans qu'il faſſe aucun vent, lors même que le ciel eſt le plus ſerein & le plus tranquille, ainſi qu'il arriva dans le tremblement d'Antioche, & celui qu'on reſſentit à Calais l'an 1580 : le ſecond, lorſque l'on entend des bruits ſouterrains ; ce qui arriva en Italie au tremblement de Ferrare, où l'on entendit de grands bruits comme des coups de canon : le troiſiéme, quand les oiſeaux & autres animaux demeurent comme étonnés & ſtupides ; ce que l'on remarqua par la retraite des troupeaux dans le tremblement arrivé à Dijon. Le quatriéme enfin, quand l'eau des puits ſe trouble, devient d'un mauvais goût ou d'une odeur puante, comme on l'a ſouvent éprouvé, & en

particulier à Straſbourg. Il ne nous reſte plus à parler que des différentes ſortes de tremblemens de terre.

Ammian Marcellin rapporte, après Ariſtote, pluſieurs eſpeces de tremblemens de terre, ou plutôt pluſieurs effets différens de ces tremblemens. On en peut rapporter quatre des plus conſidérables : le premier eſt, lorſque dans le tremblement la terre s'éleve par ſaillies & ſe remet en place : le ſecond, lorſque la terre comme par un bouillonnement, vomit une grande quantité de ſable, de terre, de rochers, &c. ainſi qu'il arriva lorſque l'Iſle de Delos ſe découvrit, ou dans le tremblement de Ferrare en 1570, qui jetta fort loin par une caverne une grande abondance de ſable ; ou enfin comme dans celui de Pouzolles près de Naples, où l'on vit ſortir de la terre dans une nuit des cendres & des montagnes de pierres-ponces. Le troiſiéme eſt, quand un Pays eſt ébranlé de côté & d'autre ; ce qui cauſe ſouvent la ruine des bâtimens & des Villes entieres. Le quatriéme enfin, lorſque la terre s'affaiſſant ou s'abîmant, les montagnes s'applaniſſent,

ou qu'il s'ouvre de grands gouffres dans les campagnes, qui engloutiſſent les Villes & les Habitans, comme Pline rapporte qu'il arriva du tems de Neron ; ce qui a donné occaſion à quelques Philoſophes de craindre, qu'il ne ſe fît enfin quelque jour un bouleverſement général de la terre.

Journal des Savans, Lundi 1 Juin 1682. pag. 164.

ARTICLE XIII.

Conjectures ſur la cauſe phyſique des Débordemens du Nil.

SI l'on ne conſidére que le débordement du Nil, ſans faire attention aux ſignes merveilleux qui le précedent, & aux effets qui le ſuivent, il eſt aſſez facile de rendre raiſon pourquoi ce fleuve inonde tous les ans les campagnes de l'Egypte. Car on pourroit dire ques les pluies, qui font le débordem ent des autres rivieres, ſont auſſi cauſe de celui du Nil ; & com-

me les pluies auſſi-bien que les vents ſont ordinairement réguliers entre les Tropiques, on n'auroit pas de peine à expliquer pourquoi ce fleuve ſe déborde toujours en un certain tems de l'année. Mais parce que cette inondation eſt accompagnée de pluſieurs circonſtances qui ne peuvent pas venir de cette cauſe, il faut chercher une autre raiſon.

Selon M. de la Chambre, Auteur de ces Obſervations, c'eſt le nitre dont le Nil eſt plein, qui cauſe les débordemens de ce fleuve: & voici les preuves qu'il en apporte.

Le ſel eſt le principe de la fertilité de la terre, auſſi-bien que de la fécondité des animaux: car toutes les choſes qui ſervent à engraiſſer la terre, ſont pleines de ſel; & on a obſervé, qu'en faiſant tremper dans l'urine les graines avant que de les ſemer, elles levent plutôt, & deviennent plus groſſes & plus fortes, à cauſe du ſel que l'urine leur a communiquée. Il eſt même probable, que ce qui rend la ſemence des animaux féconde, c'eſt qu'une des veines ſpermatiques prend ſon origine de l'émulgente, par la-

quelle paſſent les ſéroſités nitreuſes & ſalées, qui ſe déchargent dans les reins & dans la veſſie.

Ce qui fait pouſſer les plantes au Printems, c'eſt que la terre étant fermentée par le nitre, les eſprits nitreux s'inſinuent dans leurs pores. Tous ces petits trous qu'on voit dans la terre après la pluie, pleins d'une pouſſiere moite & légere, ne ſont qu'un effet de la fermentation, que les eſprits de nitre ont faite dans la terre qu'ils ont ſoulevée en s'évaporant. Autant de conſidérations qu'il étoit néceſſaire de faire, avant que de paſſer aux principales circonſtances du débordement du Nil.

Trois ou quatre jours avant que ce fleuve commence à ſe déborder, toute ſon eau ſe trouble : il tombe alors une certaine roſée, que les Egyptiens appellent la goutte, qui a vertu du levain, & fermente la pâte expoſée à l'air. Le limon qu'on a tiré de l'eau devient plus peſant, lorſque ce débordement commence, qu'il n'étoit auparavant ; & par l'augmentation du poids de ce limon, on juge de la grandeur du débordement qui doit arriver.

Notre Auteur prétend, que le nitre dont le Nil abonde, eſt cauſe de tous ces effets ſurprenans. Car lorſque le nitre eſt échauffé qar la chaleur du Soleil, il ſe fermente, & ſe mêlant parmi l'eau, la rend trouble, l'enfle & la fait paſſer par deſſus ſes bords de la même maniere que les eſprits qui ſont dans le vin lorſqu'il eſt nouvellement fait, le rendent trouble, & le font bouillir dans la cuve. Et certainement il eſt aſſez-vraiſemblable, que ce limon que le Nil charie, ne vient pas de loin ; autrement il éleveroit enfin tellement les bords du rivage de ce fleuve, qu'il ne pourroit plus ſe répandre ſur les terres. Cependant depuis plus de deux mille ans ſes bords n'en ſont pas devenus plus hauts puiſqu'il ne lui faut maintenant que ſeize coudées de crue pour inonder les terres, non plus que du tems d'Hérodote ; ce qui fait voir que ce limon n'eſt qu'un nitre volatil, qui venant à s'exhaler, n'augmente point le terrein. C'eſt pourquoi la conjecture d'Herodote, qui croyoit que l'Egypte intérieure n'avoit été autrefois qu'une mer, qui s'eſt remplie par l'abord continuel

de ce limon, eſt auſſi mal fondée que la peur qu'il avoit, que les bords de ce fleuve s'élevant tous les ans, les eaux ne ſe puſſent plus un jour répandre ſur les terres.

Cette roſée, que les Egyptiens appellent la goutte, & l'augmentation du poids du limon, viennent auſſi de la même cauſe : car les eſprits du nitre dont l'eau du Nil eſt pleine, s'étant élevés dans l'air avec les vapeurs qui exhalent continuellement de ce fleuve, il ſe fait de leur mêlange une roſée qui rafraîchit l'air, fait ceſſer les maladies, & produit tous ces autres admirables effets qui la font ſouhaiter des Egyptiens avec tant de paſſion ; & ces mêmes eſprits de nitre ſe joignant à la pâte & au limon, font lever l'une, & augmentent les poids de l'autre.

Ce que M. Buratini remarque, qu'au tems de ce débordement les rivieres des lieux voiſins vomiſſent le nitre tout liquide, & qu'on voit ſortir de la terre quantité de cryſtaux de nitre, ſert beaucoup à fortificer cette conjecture, qui eſt encore confirmée par la fertilité que le limon de ce fleu-

ve communique à la terre. Car les plantes y naiſſent en ſi grande abondance, qu'elles s'étoufferoient les unes les autres, ſi l'on n'y remedioit en jettant du ſable dans les campagnes; de ſorte que les Egyptiens ont la même peine à répandre ce ſable pour dégraiſſer leurs terres, que les autres Peuples en ont à engraiſſer les leurs par le moyen du fumier qu'ils y répandent.

Journal des Savans, Lundi 21 Juin 1666. Diſcours par M. de la Chambre.

ARTICLE XIV.

Dissertation sur la cause du Flux & du Reflux de l'Euripe.

L'Isle de Negrepont s'étend le long de la Côte Orientale de la Grece, partie du Sud au Nord, partie du Sud-Est au Nord-Ouest. Le bras de mer qui la sépare de terre ferme, forme un canal d'environ deux cens milles de long. Ce qu'il faut surtout remarquer, c'est que ce canal est si inégal, qu'en de certains endroits il n'a pas plus d'un mille de large, & quelquefois beaucoup moins, & qu'en d'autres endroits il forme des golphes de vingt à trente lieues de largeur. En second lieu, quoique tout ce canal soit plein de courans, ce n'est à proprement parler, que sous un pont de bois que le flux & le reflux se fait sentir d'une maniere qui surprend. On le passe au sortir de la Forteresse de Negrepont pour aller en Terre-Ferme. On voit la mer couler avec beaucoup de

rapidité tantôt d'un côté & tantôt de l'autre ; de ſorte que la roue d'un moulin qu'on a pratiqué dans la muraille de la Fortereſſe au Midi du pont, tourne tantôt au Sud & tantôt au Nord, ſelon que les eaux coulent d'un côté ou d'autre ; ce qui arrive communément tous les jours.

Vers le milieu du canal, long d'environ deux cens milles, l'Iſle de Negrepont s'approche tellement de Terre-Ferme, qu'il n'y a preſque aucun lieu de douter qu'elle ait été autrefois attachée en ce lieu-là, tant le canal eſt étroit, & tant il y a peu de profondeur. C'eſt ſur cette pointe de l'Iſle qu'eſt bâtie la Fortereſſe de Negrepont, ſur un terrein peu élevé par rapport à la terre voiſine, qui s'élevant du bord de la mer par une pente aſſez roide, forme la montagne ſur laquelle eſt ſitué le Fort nommé *Carabala.* L'eſpace qui eſt entre la Fortereſſe & la Terre-ferme, eſt d'environ cent pas. Il eſt occupé en partie par deux Tours, bâties autrefois par les Vénitiens avant que Mahomet II. eût conquis cette Iſle ſur eux. Mais comme ces Tours ſe ſuivent du Sud au

Nord, il n'y en a qu'une qui occupe la largeur du canal. Cette Tour eſt jointe à la terre-ferme par un pont de pierre de cinq à ſix petites arches, ſous lequel il coule ſi peu d'eau, qu'il n'y a point d'Eſquif, pour petit qu'il ſoit, qui puiſſe y paſſer. Reſte l'eſpace qui eſt entre la Tour & la Forteresſe : il eſt d'environ 30 pieds ou 20 pas. Cet eſpace eſt occupé par le pont de bois dont on vient de parler, & ſous lequel l'Euripe ſe fait ſentir dans toute ſa force. Il y a pareillement ſi peu d'eau ſous ce pont, qu'il n'eſt pas poſſible qu'un Vaiſſeau, ſi petit qu'il ſoit, y paſſe, même étant déchargé. Les Barques mêmes, quand elles ſont d'environ mille tonneaux de port, ne ſauroient y paſſer que déchargées. Souvent même il faut ôter une partie du leſte; & pour leur donner paſſage, on eſt obligé de lever de part & d'autre une partie du pont de bois, dreſſé entre la Tour & la Forteresſe.

Pour faire voir quelle eſt la cauſe de l'Euripe, il ne reſte plus qu'une choſe à ajoûter. C'eſt que les montagnes de l'Iſle de Negrepont, auſſi-bien que celles de la Terre-Ferme qui lui eſt oppoſée,

oppoſée, ſont fort hautes, & rendent ce canal ſujet à des vents violens. Ils y ſont ſi variables, qu'ils regnent pour l'ordinaire au Nord-Eſt & à l'Eſt pendant le jour, & au Nord-Oueſt & à l'Oueſt pendant la nuit; au lieu que dans les autres bouches, qui ſont dans l'Iſle de Negrepont & celle d'Andros, Andros & Tine, Tine & Miconi, Miconi & Nicaſſie, Nicaſſie & Samos, Samos & la Terre-Ferme d'Aſie, les vents y ſont pour l'ordinaire fort opiniâtres au Nord.

Ces faits ſuppoſés, il eſt aiſé de concevoir premierement, que le flux & le reflux de l'Euripe vient de ce que la mer eſt quelquefois plus haute, & quelquefois plus baſſe, dans un côté du canal que dans l'autre. De-là il arrive, que les eaux dont la ſituation naturelle eſt d'être au niveau, trouvant ſous le pont de bois que nous avons marqué, un paſſage ouvert pour couler de la partie du canal où elles ſont plus élevées, dans celles où elles le ſont moins, ne peuvent manquer d'y couler, & de former un courant qui varie du Nord au Sud, & du Sud au Nord, ſelon que les vagues ſont plus

hautes d'un côté ou d'autre.

En ſecond lieu, il n'eſt pas moins clair que cette variation des vagues vient des vents violens & variables, auſquels nous avons remarqué que le canal de Negrepont eſt ſujet. Les hautes montagnes, entre-coupées de divers valons dont il eſt entourré, en ſont la véritable cauſe. Il eſt ſûr, que ſelon que les vents ſeront plus ou moins violens d'un côté du canal que de l'autre, & qu'ils y entreront plus ou moins directement, la mer y ſera plus ou moins haute, & le niveau des eaux plus ou moins trouble : il arrivera delà que l'eau, ſous le pont dont on a parlé, devra couler tantôt d'un côté & tantôt de l'autre. Mais comme les vents ne ſont pas tellement réglés dans ce canal, qu'ils commencent & finiſſent toujours à la même heure, quoique le flux arrive pour l'ordinaire tous les jours, quelques heures d'un côté, & quelques heures de l'autre, il ne ſe fait pas avec ce mouvement impétueux qu'on voit dans les vagues, lorſque pendant la tempête l'une pouſſe l'autre, mais par un mouvement doux & uniforme, ſemblable à celui qu'on

remarque dans les eaux, qui coulent d'un réſervoir dans un autre.

Pour rendre la choſe encore plus intelligible, ſuppoſons un vaſe de la figure du canal de Negrepont, c'eſt-à-dire, compoſé de deux eſpeces de bouteilles à demi-pleines, qui communiquent entr'elles par un tuyau commun : il eſt ſûr que quand il n'arrivera aucun accident à la liqueur enfermée dans ces bouteilles, qui en trouble le niveau, il ne ſe fera ni flux ni reflux de l'une à l'autre, comme il arrive quelquefois dans l'endroit où ſe forme l'Euripe. La mer y eſt preſque ſans mouvement ; mais du moment que les eaux viendront à s'élever dans l'une des bouteilles plus que dans l'autre ; elles commenceront à couler de l'une dans l'autre, juſqu'à ce que celles-ci venant à s'enfler à leur tour, elles ſe trouvent de niveau.

Or il eſt ſûr que ce qui trouble le niveau des eaux dans le canal de Negrepont, ce n'eſt ni l'influence de la Lune, ni la preſſion de ce corps céleſte, ni le mélange de certains eſprits qui y cauſent de la fermentation, puiſ-

que ces raiſons vaudroient pour les mers voiſines, où ce flux & ce reflux n'arrivent point; d'ailleurs le cours de l'Euripe n'a point du tout de rapport avec celui de la Lune. Les courans y changent ſouvent deux fois en 24 heures, & quelquefois trois, quand les tems ſont obſcurs & orageux. Il faut donc avoir recours à d'autres principes. Il eſt conſtant que ce qui trouble pour l'ordinaire le niveau des eaux de la mer, ce ſont les vents dont elle eſt agitée; d'ailleurs l'expérience enſeigne, que ſelon la diverſité des vents qui regnent, & qu'à proportion de leur violence ou de leur douceur, les gens de mer jugent ſûrement ſi les courans ſeront bons pour entrer dans le canal de Negrepont: il s'enſuit donc que le flux & le reflux de l'Euripe n'a point d'autre cauſe, que les vents variables qui élevent les vagues tantôt d'un côté & tantôt de l'autre, & qui troublent le niveau des eaux, les font quelquefois couler du Sud au Nord, & d'autres fois du Nord au Sud.

On peut former ici une objection. Sur le pont même, où nous avons

dit que l'Euripe se fait sentir avec le plus de force, on voit souvent le vent souffler du Nord au Sud, tandis que le courant vient du Sud au Nord. On pourroit conclure de-là, ce semble, que le flux & le reflux de l'Euripe ne vient point des vents.

Le fait est vrai; mais les Habitans du Pays & les Matelots nous apprennent, que ce vent du Nord est à peine levé, qu'il a déjà dompté en partie la rapidité du courant; & qu'outre cela c'est une assurance, que les eaux doivent bientôt changer de cours, & suivre celui du vent. En effet pour peu qu'on ait été sur mer, on sait assez que le vent ne s'étend pas en un instant d'un lieu à l'autre; qu'il peut être Nord-Ouest dans la moitié du canal de Negrepont, & Nord-Est ou Sud-Est dans l'autre moitié. Il y a plus: quand le vent seroit le même partout le canal, il ne s'ensuivroit pas qu'il se fût d'abord soumis tous les flots qu'on voit venir d'un côté, tandis que le vent vient de l'autre, à cause d'un vent plus violent qui a précédé. Ainsi ce ne seroit pas une chose surprenante, quand la mer se trouveroit tellement

élevée dans la moitié du canal de Negrepont, à cauſe des vents qui y ont regné quelque tems auparavant, qu'il fallût pluſieurs heures du vent oppoſé pour calmer ces flots, & pour élever de plus hautes vagues dans l'autre moitié.

Ce ſyſtême ne pourroit-il pas ſervir pour expliquer le flux & le reflux en général de l'Ocean? Il ſemble qu'en matiere de flux & de reflux, il eſt naturel d'en expliquer un plus grand par un plus petit, & de ſe figurer que l'un & l'autre ſont de même eſpéce. Nous voyons que dans la Méditerranée, où les vagues ſont peu élevées, le flux & le reflux n'eſt preſque point ſenſible; & qu'au contraire dans la mer Oceane, où les vagues ſont très-hautes, le flux & le reflux s'y fait ſentir dans toute ſa force. Il eſt donc clair qu'il y a une grande connexion entre les vagues & le flux & le reflux. Mais ces vagues ne ſont-ce pas les vents qui les élevent? Ainſi ne peut-on pas dire, que ſi la Lune ſert à regler par ſon cours le flux & le reflux de la mer, ce n'eſt qu'autant qu'elle ſert à regler les vents?

De plus il eſt certain, que chaque mer & chaque golfe a pour l'ordinaire de certains vents qui leur ſont propres, & qui y regnent le plus ſouvent. Pour peu que la mer ſoit agitée, on la voit former ſur le rivage une eſpece de flux & de reflux en avançant ſes eaux juſqu'à un certain point, d'où elle ne les retire que pour les y porter déréchef, juſqu'à ce qu'elle ſe calme peu à peu. On pourroit donc conclure, ce ſemble, que les émotions violentes que l'Ocean ſouffre continuellement par les vents dont il eſt agité, ſont ſuffiſantes pour produire un flux & un reflux, tel qu'on le remarque dans la Manche & ſur les Côtes voiſines. Si dans les tempêtes la mer s'éléve quelquefois au-deſſus de toutes les digues, qui peut douter qu'un corps auſſi fluide que le ſont les eaux de la mer, agitées, comme nous le voyons dans l'Ocean, avec quelque ſorte de regle & d'uniformité par tant de vents violens qui y élevent de ſi hautes vagues, ne puiſſe s'étendre réglément pour reprendre ſon niveau? Si cette cauſe nous ſuffit pour expliquer un effet ſi merveilleux, qu'eſt-il beſoin

d'en aller chercher d'autres plus propres à embarraſſer la matiere qu'à l'éclaircir ?

Mémoires de Trévoux, Mai 1705. pag. 871.

ARTICLE XV.

Sur les Seiches, ou le Flux & le Reflux du Lac de Geneve.

ON obſerve un flux & reflux ſingulier à la partie ſupérieure & inférieure du Lac, c'eſt-à-dire, à l'entrée du Rhône, qui le traverſe ſelon ſa longueur, & à l'iſſue de ce fleuve où ſe trouve la Ville de Geneve. L'eau croît ſubitement d'un pied plus ou moins, & décroît bientôt avec vîteſſe ; & cette alternative de hautes & baſſes eaux ſe ſuccéde pluſieurs fois de ſuite en un jour, de maniere cependant, que les intervalles de tems entre les crues ſont plus ou moins grands, ſuivant que l'élévation des eaux eſt plus ou moins conſidérable.

Lorſque

Lorſque les eaux du lac montent de 7 à 8 pouces, l'intervalle entre deux crues eſt d'environ 15 à 16 minutes, & de 24 à 26 lorſqu'elles montent d'un pied.

Il n'eſt pas aiſé d'aſſigner la cauſe de ce phénomene : quelques perſonnes l'ont attribué à des vents ſouterrains qui s'échappent avec violence & par repriſe, ſoulevant les eaux du lac; mais ſi cette cauſe avoit lieu, on appercevroit les crues d'eau ailleurs qu'aux extrémités du lac : il bouillonneroit, & l'on verroit ſortir des bulles d'air de ſa ſurface ; ce que l'on n'a pas encore obſervé.

M. Fatio de Duillier, ſavant Géometre, qui connoiſſoit parfaitement l'hiſtoire naturelle des environs du lac de Geneve, attribue cette eſpece de flux & de reflux aux vents orageux du Midi, leſquels ſoufflant avec violence, ſoutiennent les eaux de ce lac, & les empêchent de s'écouler dans le Rhône avec la même abondance, juſqu'à ce que le vent venant à diminuer, ou l'eau ſurmontant par ſa peſanteur l'effort du vent, elle coule avec plus de liberté & en plus grande quantité

qu'auparavant. Mais comment accorder cette explication avec les ſeiches qui arrivent en tems ſec, comme on l'a ſouvent remarqué ? & comment rendre raiſon par-là de ce qu'elles arrivent à l'extrémité du lac où eſt ſituée la Ville de Geneve, & d'où en montant vers le Nord-Eſt, ce lac eſt renfermé dans un canal d'eviron quatre lieues de longueur, ſur une demi-lieue ou une lieue de largeur tout au plus ?

M. Jallabert, avant que de propoſer l'explication qui lui paroît la plus vrai-ſemblable, fait ces deux remarques.

1°. Que vers l'embouchûre du Rhône dans le lac, on n'obſerve les ſeiches qu'au Bouveret & à Villeneuve, Bourgs ſitués au fond des deux petits Golfes, l'un à gauche, l'autre à droite des bouches de ce fleuve. Dans les endroits plus éloignés de cette extrémité du lac, à Saint-Gingo, par exemple, qui n'eſt pas à une lieue de Bouveret, & à Vervei, qui ne s'éloigne pas de deux lieues de Villeneuve, ce phénomene eſt tout-à-fait inconnu. A l'autre extrémité vers Geneve, le flux & le reflux n'a lieu que dans la

partie du Rhône qui eſt au-deſſus du confluent de ce fleuve & de la riviere d'Arve, qui ſe jette dans le Rhône à moins d'un mille au-deſſous de Geneve; c'eſt-à-dire, que les ſeiches ne ſe manifeſtent dans cette partie du lac qu'à deux ou trois milles au-deſſus de Geneve, qui eſt à peu près le terme où le lac commence à acquérir de la pente, pour ſe faciliter la ſortie des eaux qu'il a reçues dans ſon ſein.

2°. Que les tems auſquels on apperçoit les ſeiches, ſont ordinairement des tems couverts qui menacent de la pluie, où l'air eſt fort adouci, & pendant leſquels les neiges fondent en plus grande quantité ſur les montagnes, l'expérience ayant appris qu'un pareil tems accélere plus la fonte des neiges, que ne feroit un beau Soleil.

Ces faits établis, M. Jallebart entre dans l'explication du phénomene, en commençant par les ſeiches qu'on apperçoit près de l'embouchûre du Rhône.

On ſait que ce fleuve prend ſa ſource au mont *Forca*, ou de la Fourche, qui eſt à l'extrémité orientale du Pays de Valais; & qu'avant que de ſe jet-

ter dans le lac, il coule entre d'autres montagnes du même Pays toujours couvertes de neiges. Dans le tems doux la neige fond, le Rhône s'enfle conſidérablement, & entrant alors avec impétuoſité dans le lac, il en chaſſe les eaux à droite & à gauche dans les deux petits golfes ſitués près de ſon embouchûre, & au fond deſquels ſont Villeneuve & le Bouveret. Ces eaux s'élevent ſur les rives de part & d'autre, & retombent enſuite par leur propre poids devenu ſupérieur à l'action des eaux du Rhône contre elles, & reprennent le niveau du reſte du lac; & comme l'impétuoſité du Rhône ainſi enflé ſubſiſte un certain tems, il doit réſulter de ſon action ſur les eaux du lac, & de la réaction de celles-ci, un flux & reflux, qui ſe ſuccédent à peu près comme les allées & les venues d'une pendule. Du reſte il ne faut que jetter les yeux ſur une Carte du lac de Geneve, pour voir que les ſeiches qui ſe font ſentir à cette extrémité, ne ſçauroient paſſer au-delà de Villeneuve & de Bouveret; parce que ce lac y acquiert d'abord une ſi grande largeur, qu'une pareille crue

d'eaux, répandues ſur ſa ſurface, ne peut y être ſenſible.

Une explication toute ſemblable, ou ſon inverſe, aura lieu pour le flux & le reflux qu'on obſerve à l'autre extrémité. La riviere d'Arve, qui prend ſa ſource dans les Alpes de Savoye toujours chargées de neige, & qui, comme nous l'avons dit, ſe jette dans le Rhône à environ un mille au-deſſous de Geneve, ne peut manquer de groſſir conſidérablement pendant la fonte des neiges. Ses eaux groſſies & d'autant plus élevées, que ſon lit eſt plus étroit, arrêteront donc celles du Rhône ou les feront groſſir; & celles-ci, en quoi conſiſte une grande partie de celles du lac dans ce canal étroit qui le contient au-deſſus de Geneve, produiront à leur tour l'élévation des eaux du lac juſqu'à environ deux ou trois milles au-delà, & tout au plus juſqu'à Genton & Bellerive, où l'expérience nous apprend, que ſe terminent les ſeiches qui ſe font ſentir à cette extrémité. Leur reflux ou leur abaiſſement ſe fera de même par l'action de leur poids, lorſqu'elles ſeront parvenues à une cer-

taine hauteur, qui eſt ordinairement d'un pied plus ou moins; & cette action & la réaction alternative des eaux du Lac, qui s'achevent dans l'intervalle de 15 à 20 minutes au plus, produiront le flux & le reflux qu'il s'agiſſoit d'expliquer. En un mot l'Arve groſſie, fait ici ſur le Rhône & par le moyen du Rhône ſur les eaux contiguës du lac, ce que les eaux de ce fleuve & celles du lac faiſoient réciproquement les unes ſur les autres à l'autre extrémité de ce lac.

Il eſt clair que tous ces effets ſeront d'autant plus conſidérables, que la cauſe qui les produit, ſelon M. Jallabert, ſera plus marquée & plus ſubite; & c'eſt ce que l'expérience juſtifie encore en ſa faveur. Lorſque la fonte des neiges & la chûte des pluies ont été extraordinaires, & que la crue de l'Arve atteint ou ſurpaſſe la hauteur des eaux ſupérieures du lac, ces eaux & celles du Rhône ne pouvant s'écouler toutes au-deſſous de Geneve, ſont contraintes de refluer vers la Ville & vers le lac; & alors celles du Rhône remontant le long de la rive droite ſupérieure & ſeptentrionale, & celles de

l'Arve le long de la rive gauche & méridionale, les unes & les autres demeurent diſtinctes par la couleur qui leur eſt propre, ou qu'elles ont accidentellement. C'eſt ce qui fut obſervé le 3 Décembre 1750. le 21 Novembre 1751. le 10 Février 1711. le 15 Septembre 1733. & le 21 Décembre 1740. où l'on vit avec ſurpriſe les eaux du Rhône entraîner vers le lac tous les batteaux & tous les autres corps qui ſurnageoient, & faire tourner les roues de moulin en ſens contraire.

On pourroit alléguer contre l'hypothèſe de M. Jallabert, que l'on a quelquefois apperçu des ſeiches auprès de Geneve, en un tems où les eaux de l'Arve étoient baſſes, mais outre que ces cas ſont très-rares, & que les ſeiches ſont alors peu ſenſibles, elles n'arrivent jamais que dans des tems où les eaux du Rhône ſont auſſi fort baſſes; & ce qui appuye les conjectures de M. Jallabert, c'eſt que les ſeiches ſont toujours précédées d'un vent chaud.

Hiſtoire de l'Académie Royale des Sciences pour l'année 1742. p. 26.

ARTICLE XVI.

Dissertation sur les changemens de tems, & sur la maniere d'en chercher la véritable cause, avec des Observations sur les changemens du Barometre & sur les Météores.

LE Peuple s'imagine, que l'éloignement ou la proximité du Soleil est la cause de la variété des Saisons; qu'il fait plus chaud quand le soleil s'approche, & plus froid quand il s'éloigne. Les Astronomes ont reconnu l'erreur du Peuple. Le Soleil en Hiver est plus proche de la terre qu'en Eté; & la différence du froid & du chaud vient, selon eux, de la différente maniere dont la terre réfléchit les rayons du Soleil. Quand il est sous l'équateur, ses rayons poussés par des lignes obliques, réfléchis sous leur angle d'incidence, s'écartent & se dispersent; mais quand le Soleil

approche de la ligne équinoxiale ou qu'il l'a paſſée, les rayons pouſſés ſelon des lignes preſque perpendiculaires, ſe réfléchiſſent ſous un moindre angle, ſe réuniſſent, tombent en grande quantité ſur la terre, & échauffent l'air. Les Aſtronomes ajoutent, que la longueur ou la brieveté du tems que le Soleil demeure dans cette ſituation à notre égard, augmente ordinairement la chaleur. M. Veidler ne conteſte point aux Aſtronomes cette maniere d'expliquer les Saiſons : les principes en ſont vrais ; mais elle ne lui paroît ni ſuffiſante, ni aſſez exacte. Car puiſqu'il eſt certain que le mouvement du Soleil décline toujours également de l'équateur, il eſt indubitable que les rayons qu'il pouſſe vers la terre lorſqu'il eſt dans le ſigne du Taureau, ne ſont pas moins obliques que lorſqu'il eſt dans le ſigne de la Vierge ; & que ſi l'on s'en tient préciſément à l'explication commune des Saiſons, la température de l'air devroit être la même en Eté & au Printems. Notre Auteur croit qu'on doit avoir égard aux vapeurs & aux vents pour réſoudre cette difficulté,

& que les Saiſons & la différente conſtitution de l'air ne dépendent pas uniquement du Soleil. Il ſuppoſe que la terre renferme beaucoup de feu; que les rayons du Soleil qui la pénetrent, réveillent les feux ſouterrains, leur communiquent un nouveau mouvement, & les délivrent de leur priſon; que ces feux réunis emportent, en ſortant de la terre, des particules d'eau & de terre dont ſe forment les vapeurs; que les rayons du Soleil obliques & divergens ne tombent plus ſur la terre qu'en petit nombre, & gliſſent ſur elle ſans la pénétrer, ce qui arrive quand le Soleil eſt ſous l'équateur. Les vapeurs retombent; delà les pluies, les neiges, la glace: la terre, que le froid reſſerre, ne donne plus paſſage aux feux ſouterrains; & de jour en jour le froid augmente juſqu'à ce que quelque vent chaud diſſipe les vapeurs, fonde la glace, ouvre les paſſages aux flammes captives, & amene le dégel. Cependant le Soleil s'éleve au-deſſus de l'équateur; & ſes rayons plus directs & plus abondans cauſent un dégel univerſel. Ajoûtons que les vents de Nord ſont toujours

froids, & que les vents de Midi le deviennent, quand ils paſſent par de hautes montagnes couvertes de neignes.

Ces montagnes couvertes de neiges dans le plus fort de l'Eté, & ſous le climat le plus ardent, font un phénomene aſſez difficile à expliquer. Voici les raiſons qu'en apporte un célébre Mathématicien d'Iené. Ces raiſons ſont, que les rayons du Soleil réfléchis ſur la terre s'écartent d'autant plus, qu'ils s'avancent plus loin après la réflexion; d'où il ſuit, que peu de ces rayons arrivent juſqu'à la partie de l'atmoſphere où le ſommet des hautes montagnes s'éleve: la ſubtilité de cette partie de l'air y contribue, & donne un paſſage facile aux rayons, ſans en retenir, autant que l'air inférieur qui eſt plus épais. D'ailleurs la glace polie comme un miroir réfléchit promptement & repouſſe les rayons, & les maintient par-là dans le même degré de froideur.

Outre ces variations plus conſtantes de l'air, qu'on appelle Saiſons, nous en éprouvons tous les jours de paſſageres. Les Aſtrologues les attri-

buent aux influences des Planettes : ainſi en obſervant quelle eſt chaque jour leur ſituation par rapport à la terre, par rapport au ſoleil, par rapport aux étoiles fixes & entr'elles, on ſait la qualité & la quantité des influences qui ſe mêlent dans l'air ; & on peut ainſi déterminer quelle ſera chaque jour la diſpoſition de l'air, & quels vents regneront.

M. de Veidler prétend, que c'eſt de la Fable qu'on a pris ce qu'on débite ſur la nature des Planettes, que Saturne eſt peſant & froid ; Venus, doux & humide, mais ardent ; Mercure, léger, &c. Mais l'Aſtrologue répond, que c'eſt la Fable qui a emprunté de l'Aſtrologie les caractères des Planettes quand elle en a fait des Dieux.

Notre Auteur demande des preuves de cette action qu'on attribue aux Planettes & aux Etoiles fixes ſur notre air. On ne peut pas, dit-il, la fonder ſur l'exemple du Soleil : ſon action vient de ſon feu ; les autres Planettes ſont des corps lourds, groſſiers, ſans feu & ſans lumiere.

L'Aſtrologue répliquera, qu'il eſt

certain que la Lune agit ſur notre air : qu'elle agiſſe ſur lui par la preſſion ſeule, par les exhalaiſons qu'un feu caché dans ſon centre pouſſe tantôt plus tantôt moins, qu'elle agiſſe par la maniere dont elle réfléchit les rayons du Soleil, les autres Planettes peuvent agir comme elle à proportion. Pour les Etoiles fixes, ce ſont autant de Soleils. Mais leur prodigieux éloignement, reprend M. Veidler, n'ôte-t-il pas toute la force à leur influence ? Non, il la diminue cette force ; mais il ne la détruit pas entierement. On voit ces Aſtres ; leurs influences peuvent donc ſe faire ſentir ? Rien de plus incertain, s'écrie notre Auteur, que les prédictions des Almanachs faites ſur ces principes. On a pû, dira l'Aſtrologue, mal obſerver les Aſtres ; il faut faire des expériences plus exactes.

Avouons-le, il y a bien de l'apparence que les changemens de l'air dépendent en quelque façon des Aſtres.

M. Veidler le nie abſolument ; la peur qu'inſpirent les Cometes lui ſemble une terreur panique. On a vû cependant certaines maladies popu-

laires faire de grands ravages après l'apparition d'une Comete. M. Veidler répondra ſans doute, qu'on accuſoit à tort la Comete d'avoir cauſé cette maladie, je le veux; mais quoi, les taches du Soleil n'auroient-elles aucune part au changement de tems? Elles nous cachent le Soleil, & nous privent de beaucoup de ſes rayons; peut-être ſont-ce des alterations de la matiere ſolaire. M. Veidler ne les excepte pas de ſa regle générale: la plus grande de ſes taches, ſelon les Obſervations du ſavant Pere Scheiner, Jéſuite, eſt tout au plus égale à Venus; d'où l'Auteur conclut qu'elles ne font pas plus d'impreſſion ſur l'air, que cette Planete. Les Eclipſes mêmes, ſi on l'en croit, ne cauſent aucun changement ſenſible dans l'atmoſphere. L'Auteur permet néanmoins qu'on obſerve les taches du Soleil, pour découvrir quel rapport elles peuvent avoir à certaine température de l'air.

Les vents ſeuls ſont, ſelon lui, les tyrans de l'air; ils font ſeuls le beau & le mauvais tems. On s'en convaincra, dit-il, ſi l'on obſerve que le vent

ne change jamais, ſans faire changer le tems.

L'Auteur veut donc que l'on obſerve avec ſoin les vents, leur nature, leurs mouvemens, leurs effets, leur durée. Leur cauſe prochaine eſt une raréfaction ou une condenſation extraordinaire de l'air. Des exhalaiſons de la terre, mélées de nitre, de ſoufre, compoſées de parties élaſtiques, en font la matiere. La diverſité des exhalaiſons met une grande différence entre les vents, & ne permet pas de connoître exactement ni leur nature, ni leur origine; il faut vaincre cet obſtacle par des obſervations multipliées. Il eſt encore plus important de découvrir, ſi les mouvemens des vents impétueux n'ont pas des régles fixes & conſtantes. Il faut joindre à ces obſervations l'étude aſſidue des moindres changemens de l'air, en examiner ſa légereté & ſa peſanteur par le Barometre, ſa chaleur ou ſa froideur par le Thermometre, ſon humidité ou ſa ſéchereſſe par l'Hygrometre, ſon agitation par l'Axemometre, ſa condenſation ou ſa raréfaction par le Manometre.

On doit encore s'étudier à bien connoître le Pays qu'on habite, la nature de chaque terroir, les vapeurs qui s'en élevent, leurs sources; il faut consulter les Pilotes, les Matelots, les Laboureurs. La seule expérience leur a fait découvrir des signes assez certains des mutations de l'air.

Pour rendre encore ces observations plus utiles, il faut les comparer aux observations de quelques habiles Médecins sur le rapport qu'ont les vents avec les maladies, & sur les changemens que produisent dans nos corps les changemens de l'air.

Mémoires de Trévoux, Novembre 1718. page. 872.

ARTICLE

ARTICLE XVII.

Sur la cause générale du Froid de l'Hiver, & de la Chaleur de l'Eté.

SI le Soleil étoit plus près de la terre en Eté qu'en Hiver, & que la différence en fût d'un million de lieues, on ne balanceroit pas à attribuer à cette différence celle des Saisons de chaque année; & telle est l'opinion du peuple. En Hiver le Soleil se présente comme dans un lointain fort reculé; au lieu qu'en Eté on le voit presque sur sa tête : il est vrai cependant que ce lointain & ce voisinage ne sont qu'apparens, & que réellement le Soleil est plus près de la terre en Hiver qu'en Eté d'un million de lieues.

Forcés par conséquent de laisser le voisinage & l'éloignement réels, les Philosophes ont compris, que le voisinage & l'éloignement apparens du Soleil étoient encore plus efficaces que les réels, pour produire la variété

que nous éprouvons dans les Saiſons ; ils ont compris auſſi, que la différence de longueur qui ſe trouve entre les jours d'Hiver & les jours d'Eté, influoit beaucoup dans cette variété : ce ſont-là les idées générales qu'on a eues juſqu'ici ſur cette matiere. Entrons dans un plus grand détail.

D'abord la cauſe générale de l'éloignement apparent, ou de l'obliquité du Soleil en Hiver, peut être rapportée à trois chefs. M. de Mairan, Auteur de ces Obſervations, fait voir que les rayons ſont affoiblis. 1°. Parce que la lumiere agiſſant comme un fluide, plus la terre ſe préſente obliquement à l'action de ce fluide, moins il y a de filets ou de rayons qui tombent ſur elle. 2°. Parce que le choc de ces filets ou rayons eſt d'autant plus foible, qu'il eſt plus oblique. 3°. Parce que plus l'incidence eſt oblique, plus les rayons ont de trajet à faire dans l'atmoſphere pour arriver juſqu'à la terre. Or ce trajet les affoiblit, à cauſe des parties d'air & des atomes qu'ils trouvent ſur leur route.

L'Auteur remarque cependant, que la ſeconde cauſe n'eſt vraie qu'en gé-

néral, & d'une maniere ſpéculative ; & qu'en effet la terre étant pleine d'inégalités, elle préſente ſes parties à la force du choc des rayons dans une ſituation auſſi perpendiculaire en Hiver qu'en Eté. Il y a une raiſon ſecrete, mais auſſi naturelle que ſubtile, qui ſupplée à celle-là. Il eſt vrai qu'en Hiver le Soleil éclaire auſſi directement qu'en Eté les ſurfaces des hauteurs, des cailloux, du gravier qui ſont tournés vers lui ; mais comme ſa lumiere eſt toujours fort oblique par rapport au total de la ſurface d'un Pays, d'une Province, d'un Royaume, en un mot des lieux où c'eſt l'Hiver, à tout prendre, il éclaire moins de ſurface ou une moindre ſurface en Hiver qu'en Eté. Une hauteur, un caillou, un grain de ſable ou de terre, jettent une grande ombre ſur ce qui eſt derriere eux. *Une allée de jardin ſablée avec du gravier, peut nous montrer en petit ce qui arrive à cet égard dans une grande plaine*, dit M. de Mairan ; & la comparaiſon eſt fort juſte. En Hiver, ou même tous les ſoirs & les matins, lorſque le Soleil eſt proche de l'horiſon, on

voit toute la terre ſemée de lumiere & d'ombre, & à meſure que le Soleil eſt plus vertical, on voit les ombres diminuer ; de ſorte qu'on peut dire, qu'en Hiver la terre eſt couverte de charbons de feu fort diſperſés, mais qu'en Eté ce n'eſt qu'un braſier de charbons réunis de près.

M. de Mairan rejette avec raiſon le ſyſtême de M. Rohaut, qui a crû que la cauſe du froid de l'Hiver venoit de ce que beaucoup plus de rayons ſont réfléchis par la ſurface de l'atmoſphere, à meſure qu'ils y tombent plus obliquement. Une choſe ſemble fort appuyer ce ſyſtême, & M. de Mairan ne le diſſimule pas : un corps jetté fort obliquement ſur l'eau en eſt réfléchi, & la lumiere même ne pénetre plus un corps après un certain angle d'incidence ; il ſemble donc qu'avant que d'arriver à cet angle, le nombre des rayons réfléchis devroit augmenter. Mais M. de Mairan prétend que la réfraction manque tout à coup, & ſe change en réflexion ; & la choſe paroît évidente : car il y a un ſophiſme dans l'objection ; & ce n'eſt point dutout ſur le nombre

des rayons que doit tomber le ſoin d'amener la réfléxion par nuances. Tous les rayons ont ici la même incidence, & l'un ne doit point être réfléchi avant l'autre; c'eſt comme une poignée de gravier qu'on jetteroit dans l'eau, & dont tous les grains y tomberoient avec la même inclinaiſon: car tous ſeroient ou totalement réfléchis & rejettés, ou rompus & admis; mais la réfraction bien analyſée n'eſt qu'une réflexion, & par-là le merveilleux de l'objection s'évanouit.

Le ſyſtême de M. Rohaut paroît donc faux, à le prendre en rigueur tel qu'il l'énonce; mais peut-être en ſauveroit-on une partie, en remarquant que les rayons ſont moins condenſés ou reſſerrés par la réfraction, à meſure qu'ils s'éloignent de la perpendiculaire. Ne pourroit-on pas auſſi ſauver une partie du ſyſtême de Riccioli, que M. de Mairan réfute fort ſolidement, tel qu'il eſt énoncé par cet Aſtronome? Ce n'eſt pas préciſément en paſſant ou repaſſant dans l'air que les rayons s'échauffent: c'eſt ſurtout par la réverbération de la cha-

leur qu'ils communiquent à la terre. Plus les rayons donnent perpendiculairement ſur la terre, plus grande eſt l'épaiſſeur de la ſurface qu'ils en échauffent : car non-ſeulement la chaleur de l'Eté eſt plus intenſe que celle de l'Hiver ; mais elle eſt en quelque façon plus profonde, mieux enracinée, & par-là plus propre à échauffer l'air qui en reçoit la réverbération. L'Auteur entre ici dans un curieux détail des cauſes de la chaleur, qui proviennnent de la longueur des jours.

Une circonſtance remarquable dans les découvertes de M. de Mairan, c'eſt celle d'un principe de chaleur conſtante propre à la terre. Selon les Obſervations les plus exactes, la chaleur de l'Eté eſt communément à celle de l'Hiver, comme 8 à 7 : or, ſelon les calculs & les raiſonnemens de l'Auteur, la chaleur que le Soleil communique en Eté à la terre, eſt à celle qu'il lui communique en Hiver, comme 66 à 1 ; il faut donc que la terre ait un fond de chaleur, lequel ſoit de 393 degrés par rapport à celle du So-

leil. M. de Mairan en indique pluſieurs cauſes, entre leſquelles le feu ſouterrain & central paroît le plus vraiſemblable.

Mémoires de Trévoux, Décembre 1722. pag. 2114.

Froid produit par le Sel Ammoniac.

VOici la maniere la plus ſimple & la plus facile de faire des mélanges froids avec le ſel ammoniac. Prenez une livre de ſel ammoniac en poudre, & environ trois chopines d'eau : mettez-y le ſel tout à la fois, ſi vous voulez produire un froid bien ſenſible, mais de peu de durée ; ou mettez-le à pluſieurs repriſes, ſi vous aimez mieux qu'il ſoit durable que violent. Remuez ce ſel dans l'eau avec un bâton ou un os de baleine, pour en faciliter la diſſolution : car c'eſt de la vîteſſe de la diſſolution que dépend l'intenſité du froid.

Cette opération produit réellement un dégré de froid considérable, qui se fait sentir. 1°. En le touchant. 2°. En ce que, si l'on fait cette expérience dans un vaisseau de verre ou dans un verre à boire, on peut remarquer que durant la dissolution, il se forme au dehors du vase & jusqu'à la hauteur du mélange quantité de petites gouttes d'eau, comme il arrive quand on met dans des verres ou autres vases un mélange de neige & de sel: car alors les vapeurs aqueuses qui flottent dans l'air près des côtés de ces vases, sont frappées de froid, & se condensent en eau. 3°. La meilleure façon & la plus sûre de déterminer alors le dégré du froid, est de plonger dans cette liqueur un bon Thermometre rempli d'esprit de vin coloré, & scellé exactement: car en mettant la boule dans ce mélange, l'esprit descendra beaucoup plus bas qu'il ne feroit en plein air, ou dans de l'eau commune de même température que celle dans laquelle on a fait dissoudre le sel; & si vous retirez ensuite la boule de dedans le mélange pour la

plonger

plonger dans de l'eau commune, l'eſprit coloré remontera; ce qui arrivera auſſi quand on la met dans de l'eau nouvellement impreignée de ſalpêtre.

Ce froid ſe diſſipe bien-tôt en Eté & dans le tems chaud; mais ſi on y met beaucoup de ſel & d'eau, le froid en ſera plus conſidérable, & durera plus long-tems: la qualité différente du ſel contribue pareillement à la production de cet effet, comme M. Boyle l'a expérimenté. La durée de ce froid peut encore dépendre de la façon de mettre le ſel dans l'eau: car ſi on l'y jette tout à la fois, l'eau acquérera bien-tôt un grand degré de froid; mais elle en reprendra plus vîte ſa premiere température. Si vous verſez le ſel petit à petit, le froid ſera plus durable, quoique moins grand; par-conſéquent il ſera plus propre à faire rafraîchir les liqueurs. Quand l'eſprit de vin coloré deſcend lentement, ou qu'il eſt reſté en repos, ou qu'il a remonté, mettez deux ou trois cuillerées de ſel de plus, il commencera bien-tôt à redeſcendre, s'il étoit arrêté ou en devoir de remonter, ou deſcendra avec

beaucoup plus de vîteſſe qu'auparavant. Si vous voulez faire durer l'expérience plus long-tems, mettez un peu de ſel ammoniac pilé groſſierement, afin qu'il ſoit plus long-tems à fondre, & par conſéquent à refroidir l'eau. M. Boyle a trouvé qu'un froid artificiel ſenſible, produit par une livre de ſel ammoniac, dure au moins deux ou trois heures.

Mettez les liqueurs que vous voulez rafraîchir, dans des vaſes de verre mince, & dont l'entrée ſoit bouchée, & tenez-les toujours au-deſſus du mélange; remuez-y les vaſes de tems à autre, & enſuite tirez-en les liqueurs pour les boire. On peut ſe rafraîchir les mains ſur le champ, en les appliquant ſur le dehors du vaiſſeau qui contient le mélange. On peut donner beaucoup de fraîcheur à ces morceaux ou boules de criſtal dont on ſe ſert pour rafraîchir la bouche & les mains des malades. Quand il s'agit de refroidir l'air & les liqueurs pour ajuſter les Thermometres, ou pour rafraîchir une petite quantité de vin, de bierre, &c. il ne faut pas tout à fait une livre de ſel ammoniac: car on peut ob-

ſerver par le Thermometre, que quelques onces bien pulvériſées & diſſoutes promptement dans quatre fois autant d'eau, ſuffiſent.

Pour confirmer tout ce qui vient d'être dit, M. Boyle rapporte quelques expériences, après avoir fait la deſcription de ſon Thermometre, dont le tube cylndrique étoit long de 16 pouces, la boule groſſe comme une noix, & le diametre du tube d'environ $\frac{1}{8}$ ou $\frac{1}{9}$ de pouce.

Au mois de Mars ayant trempé dans l'eau ſon Thermometre dont la liqueur étoit à la hauteur de 8 pouces $\frac{5}{8}$, & l'y ayant laiſſé quelque tems en l'agitant un peu, il deſcendit un peu au-deſſous de 7 pouces $\frac{5}{8}$; enſuite il y jetta du ſel ammoniac: en moins d'un quart d'heure la liqueur deſcendit à 2 pouces $\frac{11}{16}$; mais auparavant les vapeurs avoient commencé à geler au dehors du verre; & quand la puiſſance réfrigérente fut à ſon plus haut point, il trouva qu'en remuant vivement le mêlange, l'eau qui tapiſſoit légerement le dehors du verre, ſe glaçoit en un quart de minute. Trois quarts d'heure après qu'il eut verſé le

ſel, le Thermometre qu'il avoit ôté quelque tems auparavant, & qui avoit remonté juſqu'au terme de la glace, étant remis dans le mélange, baiſſa d'un pouce. Deux heures & demie après la premiere diſſolution du ſel, la liqueur colorée s'arrêta au milieu entre les dégrés de la glace, dont l'un étoit à 5 pouces $\frac{1}{2}$ (à laquelle hauteur il gele au dehors) & l'autre à 4 pouces $\frac{3}{4}$, terme auquel la liqueur deſcend dans les gelées les plus fortes & les plus longues de l'Hiver. Trois heures après avoir commencé cette obſervation, il trouva la liqueur plus élevée que le terme ordinaire de la glace; après quoi elle continua à monter bien lentement encore une heure. Ce mélange étant fait dans un vaiſſeau de verre dont le fond étoit grand & plat, un peu d'eau qu'on avoit laiſſé tomber ſur la table, ſe trouva gelée ſi fortement que le vaſe tenoit à la table, & que la glace étoit en quelques endroits de l'épaiſſeur d'un demi-écu.

Le même M. Boyle fit le même Printems une autre Obſervation pour faire voir la durée du froid: car la premiere fois qu'il trempa le Thermo-

metre bien ſcellé dans l'eau commune, la liqueur étoit à 8 pouces $\frac{1}{8}$; mais l'y ayant laiſſé un tems conſidérable, & ayant remué l'eau une ou deux fois, la liqueur colorée deſcendit ſeulement à 7 pouces $\frac{1}{8}$, ou tout au plus à 6 $\frac{6}{8}$. Pour lors il mit dans l'eau le mélange frigorifique; la liqueur deſcendit en moins d'un demi-quart d'heure au-deſſous de trois pouces trois quart: le Thermometre en ayant été tiré, & remis enſuite une heure après que l'eau avoit été glacée pour la premiere fois, deſcendit au-deſſous de cinq pouces, & conſéquemment à $\frac{1}{4}$ de pouce du point de la glace la plus forte.

Par M. Boyle, I. Vol. de l'Abregé des Tranſ. Philoſ.

ARTICLE XVIII.

Obſervations & Expériences ſur la Roſée.

IL n'eſt pas douteux que de la terre il ne s'éleve de la roſée, & que cette roſée ne monte ſucceſſivement, & pour ainſi dire, par dégrés. Pour s'en convaincre, il faut couper de grands morceaux de flanelle blanche de la même piece, & les couper de la même grandeur. Si la roſée s'éleve, que doit-il arriver après qu'on aura étendu ces morceaux de flanelle ſur des chaſſis, & qu'on les aura ſuſpendus de niveau à différentes hauteurs de terre? Les morceaux qui ſeront les plus proches de la terre doivent s'humecter plutôt; ceux qui ſont plus élevés doivent s'humecter enſuite, & ainſi ſucceſſivement. Le morceau qui eſt le plus bas, doit peſer davantage que celui qui eſt au-deſſus; & c'eſt préciſément ce qui arriva. M. *Muſſchenbroek* poſa en divers tems, les uns

après les autres, ces morceaux de flanelle; & il ſe trouva que ceux qui étoient les plus peſans, étoient ceux qui avoient été le plus proche de la terre, & que les morceaux les plus élevés étoient les moins chargés de roſée, & par conſéquent peſoient le moins. Ces derniers étoient ſuſpendus à 120 pieds; marque certaine & démonſtrative que la roſée s'éleve.

Comme toutes les parties de la roſée qui s'élevent ne ſont point également mobiles, & qu'elles ne ſont point pouſſées avec une égale force, la roſée ne peut pas toujours monter à la même hauteur. De-là M. *Muſſchenbroek* conclut que quand la roſée eſt parvenue à une certaine élévation, elle flotte lentement dans l'air où elle eſt emportée par le vent; qu'elle environne tous les corps qu'elle trouve à ſa rencontre; que tantôt elle monte, tantôt elle deſcend; que du lieu d'où elle s'eſt élevée, elle eſt portée dans des lieux éloignés. Enfin non-ſeulement la roſée monte, mais elle monte encore d'un mouvement continu pendant toute la nuit.

Il ſemble que rien n'eſt plus ſimple

que la Théorie de la roſée : c'eſt une vapeur extrêmement fine & rare, qui s'éleve de la terre de la même maniere que s'élevent toutes les vapeurs ; & quand elle vient à ſe condenſer, ſes particules ſe réuniſſent, & forment des goutes ſenſibles : pour lors elle s'attache aux corps qu'elle touche, ou bien elle retombe ; ainſi la chute de la roſée eſt une ſuite néceſſaire de ſon élévation. Les vapeurs qui forment les pluies s'élevent de même, & retombent de même. La matiere de la roſée eſt plus déliée ; elle s'éleve par une moindre chaleur, elle s'éleve moins haut. La matiere de la pluie au contraire eſt plus groſſiere, plus abondante ; il faut une plus grande chaleur pour l'élever, & elle monte plus haut. Enfin la roſée & la pluie ne different que par la nature des vapeurs dont elles ſont formées, par le tems dans lequel elles s'élevent, & par la forme ſous laquelle elles retombent.

La roſée en général vient (ſelon M. Gerſten, Auteur de ces Obſervations) des exhalaiſons qui s'élevent des végétaux, ou de la terre. Quant à celle des végétaux, notre Auteur juge

que ce n'eſt que la tranſpiration des feuilles des plantes qui eſt condenſée par l'air. Trois circonſtances ſont néceſſaires pour qu'il y ait dans un endroit une grande quantité de roſée. Il faut d'abord que durant le jour le lieu ait été expoſé aux rayons du Soleil pendant un tems conſidérable : car dans les lieux couverts, & où le Soleil ne donne que fort peu, il n'y a que très-peu ou point de roſée. 2°. Il faut qu'il y ait une différence conſidérable entre la chaleur du jour & la fraîcheur de la nuit. 3°. Enfin il doit y avoir une humidité ſuffiſante dans la terre.

A l'égard de l'eſpece de roſée qui s'exhale de la ſéve des plantes, & qui tranſpire par les feuilles, notre Auteur obſerve que quand on examine certaines plantes avec attention, on remarque ſur la ſurface, & aux extrémités de leurs feuilles, de petites goutes de roſée arrangées d'une maniere très-réguliere, & non point jettées au hazard.

Pour déterminer ſi cet arrangement merveilleux des particules de la roſée eſt dû à la deſcente de l'air froid & condenſé ſur la plante, ou à la ſécré-

tion de la féve par les pores de la plante même, M. Gerſten a couvert pluſieurs plantes avec des vaiſſeaux de verre ou de terre retournés ; & le lendemain il a trouvé une grande quantité de roſée arrangée ſous ſa forme réguliere.

Cette obſervation eſt confirmée par les expériences de M. *Muſſchenbroek*. Ce Phyſicien a examiné avec ſoin la roſée qu'on trouve le matin dans les prairies, ſur les plantes & ſur l'herbe, & il s'eſt convaincu qu'elle ne tomboit point de l'air ; que ce n'étoit point une pluie, ou un brouillard condenſé, mais que c'eſt une humeur ſortie des vaiſſeaux excrétoires des plantes. Il a remarqué que les goutes de cette roſée different entr'elles en grandeur, en quantité & en ſituation. Tantôt elles ſont raſſemblées proche du pédicule des feuilles ; tantôt elles environnent le bord des feuilles : quelquefois elles ſont plus réunies vers le centre ; d'autres fois elles ſont élevées vers le ſommet ou la pointe. Tout cet arrangement des gouteletes de roſée dépend de la poſition des tuyaux excrétoires des feuilles. Dans les ſerres

les mieux fermées, on voit les plantes chargées de roſée ; ſous les cloches on obſerve qu'elles ſont couvertes d'une roſée plus abondante, que ſi elles avoient été expoſées à l'air. Lorſqu'il fait du brouillard, la partie inférieure & la partie ſupérieure des feuilles ſe trouvent entierement couvertes d'humidité ; elles ſont également mouillées. Quand au contraire il n'y a eu que de la roſée, on trouve une diſpoſition, un arrangement tout différent. La roſée des plantes doit différer ſuivant les plantes ; ce qui ſemble indiquer l'utilité qu'on en pourroit tirer en Médecine.

Quant à la roſée ordinaire, M. *Gerſten* a fait un grand nombre d'expériences très-variées & très-différentes, qui combattent l'opinion commune de la chute de la roſée ; ſi ces expériences ſont vraies, le ſyſtême vulgaire eſt entierement renverſé, & il eſt inſoutenable. Nous allons rapporter les principales expériences.

Pendant les mois de Juin & de Juillet, on mit par terre toutes les nuits pluſieurs plaques de cuivre très-unies ; & dans aucune de ces expériences,

M. *Gerſten* n'a pû appercevoir la moindre trace de la roſée ſur la ſurface ſupérieure de ces plaques, tandis que la face intérieure en étoit toute couverte. Il a répété les mêmes expériences, & toujours avec le même ſuccès, excepté dans un ſeul cas, où une plaque de cuivre trop proche d'un pied de lavande, étoit un peu humectée dans la partie de la ſurface ſupérieure voiſine de la plante; le reſte de la plaque étoit fort ſec. Il a ſuſpendu auſſi horizontalement avec des fils ces plaques de cuivre, & il a trouvé que la roſée s'étoit attachée également à la ſurface ſupérieure & à l'intérieure; les plaques étoient ſuſpendues à la hauteur de trois, de quatre & de cinq pieds. A la diſtance d'un pied & demi, la ſurface inférieure étoit plus chargée de roſée; mais à un pouce, deux pouces & trois pouces, la ſurface inférieure en étoit toute couverte, & la ſupérieure n'en navoit pas une goutte.

Notre Auteur rapporte quelques expériences qu'il a faites, & qui paroiſſent d'abord contredire ſa Théorie. Par exemple, quand il s'eſt ſervi

de corps convexes, ronds ou cylindriques, il a trouvé la ſurface ſupérieure couverte de roſée ; & cela, ſoit qu'il ait mis ces corps ſur la terre, ou qu'il les eût tenus ſuſpendus à quelque diſtance de la terre.

Cette obſervation eſt générale, & s'étend à tous les corps de cette eſpece, qui ſont contigus, & qui ne ſont point continus, comme les monceaux de foin, de paille & de laine; & c'eſt aux obſervations de cette nature que l'opinion vulgaire de la chute de la roſée doit ſon origine & le crédit qu'elle a.

Comme on pourroit ſe ſervir de ces expériences mêmes pour combattre l'hypotheſe de l'élévation de la roſée, notre Auteur oppoſe expérience à expérience : il coucha par terre une planche de bois de 2 $\frac{1}{2}$ pouce d'épais, & il mit deſſus un quarré de papier, qui d'un côté débordoit la planche de la valeur d'un pouce.

Pour empêcher le vent d'emporter le papier, il le perça avec un poinçon de fer qui avoit un manche de bois ; & au lieu de poids il poſa deſſus un couteau, dont le manche étoit auſſi

de bois, & de figure cylindrique. Quand il alla pour examiner l'effet de la roſée ſur ces matieres, il trouva que le petit coin de papier qui débordoit la planche, étoit humecté de roſée, pendant que le reſte du papier & la ſurface ſupérieure de la planche étoient ſecs ; mais les parties ſupérieures des manches du poinçoin & du couteau étoient humides.

Il y a un peu de différence entre cette expérience & une autre qui fut faite avec un tube de verre, qui étoit placé horizontalement ſur une plaque de cuivre de 14 pouces en quarré, & qui débordoit la plaque de $\frac{1}{2}$ pouce. Pour empêcher le tube de rouler, on avoit mis à ſes côtes deux parallélipipedes, l'un de cuivre, & l'autre de plomb. Toute la ſurface du tube fut couverte de roſée, & la ſurface ſupérieure de la plaque de cuivre demeura ſéche.

Notre Auteur ayant fait diverſes expériences avec des vaiſſeaux concaves, dont les ouvertures étoient tournées vers le Ciel, & qui étoient placés à différentes élévations de terre,

n'a jamais trouvé de roſée dans la cavité de ces vaiſſeaux, ni ſur leurs parois, excepté peut-être à un pouce du bord.

Il faut obſerver que différens corps expoſés à la même roſée, s'en chargent très-différemment, les uns plus, les autres moins, quelques-autres point du tout. Les verres & les criſtaux ſont, pour ainſi dire, préférés à tous les autres; mais la roſée ne touche point aux métaux.

Que l'on mette un vaſe de criſtal ſur un plat d'argent qui le déborde, le vaſe ſera humecté de roſée, & les bords du plat parfaitement ſecs. Il s'attache auſſi beaucoup de roſée ſur toutes ſortes d'étoffes de ſoye, ſur toutes ſortes d'étoffes de laine, ſur les cuirs, ſur le parchemin, ſur le papier; à peine en tombe-t-il ſur les pierres de taille polies.

M. *Muſſchenbroek* voulant s'aſſurer ſi les couleurs ne faiſoient aucun effet ſur la roſée, comme couleurs, prit pluſieurs petites écuelles de bois ſemblables & très-égales; il les enduiſit intérieurement de différentes couleurs: la roſée y tomba très-inégale-

ment; & il réſulta de ces expériences, que ce ſont les matieres qui ſervent à colorer, & non les couleurs en elles-mêmes, qui font que certains corps reçoivent la roſée plus abondamment que d'autres. Pluſieurs expériences répétées pluſieurs fois ſur des maroquins & des cuirs différens, montrerent auſſi que ni l'épaiſſeur, ni la dureté, ni la ſéchereſſe, ni la ſoupleſſe, ne contribuent à la quantité de roſée.

M. *Dufay*; après avoir vérifié les expériences de M. *Muſſchenbroek*, a imaginé à cette occaſion un rapport entre les phénomenes de la roſée & ceux des corps électriques, & des corps qui donnent du phoſphore. Tous les corps qui peuvent être frottés, deviennent électriques parmi les métaux; tous les corps, excepté les métaux, peuvent devenir phoſphores; & tous les corps, horſmis les métaux, s'humectent à la roſée.

Tous ces rapports ou ceſſeront de l'être, ou ceſſeront d'être merveilleux, ſi l'on admet une idée bien ſimple de M. *de Réaumur*. Cet habile Phyſicien penſe qu'un corps admet la roſée, parce

parce qu'il eſt froid, & qu'il la repouſſe, parce qu'il eſt chaud, ou qu'il conſerve encore de la chaleur. De tous les corps, ceux qui ſe refroidiſſent le plutôt, ſont les verres & les criſtaux, les porcelaines; & ce ſont auſſi ceux qui s'échauffent le plus facilement. Les métaux au contraire ſe refroidiſſent le plus lentement, parce qu'ils ont beaucoup de peine à s'échauffer; donc lorſque le verre ſe charge de roſée, le métal pénétré & encore environné de chaleur, doit la repouſſer. Cette conjecture eſt fondée ſur l'expérience. Mettez une taſſe de porcelaine ſur une pierre poſée ſur du fumier: placez à une diſtance aſſez conſidérable au-deſſus du fumier une autre taſſe; la derniere ſe chargera de roſée, la premiere n'en aura pas une goutte. Il s'enſuit de-là, que quand le métal ſera parfaitement refroidi, il ſe chargera de roſée; auſſi s'en charge-t-il. Diverſes expériences ont montré de la roſée ſur de l'argent, ſur du cuivre, ſur de l'acier, ſur de l'étain, &c.

Revenons aux expériences de notre Auteur. Comme la gelée blanche

n'eſt autre choſe que la roſée ordinaire congelée. M. Gerſten a répété pendant le tems des gelées blanches, pluſieurs expériences qu'il avoit faites ſur la roſée avec des plaques de cuivre poſées ſur terre ; & il a trouvé que la ſurface ſupérieure des plaques n'étoit point couverte de gelée blanche, & que ce n'étoit que l'inférieure, conformément à ſon hypotheſe générale.

M. *Gerſten* finit ſa Diſſertation par une recherche curieuſe ſur la nature & l'origine de la *roſée mielleuſe, Lac mellis*. Selon lui, cette roſée n'eſt autre choſe que les excrémens de quelques inſectes qui s'attachent à la ſurface inférieure des feuilles des plantes, qui ſe nourriſſent de leur ſuc, & qui rendent ces petites goutelettes ; & pour démonſtration de ſon ſentiment, il en appelle au témoignage des ſens.

Ceux qui voudront faire la même obſervation, dit M. *Gerſten*, n'auront qu'à mettre une feuille de papier au-deſſous des feuilles qui ſont chargées de ces petits animaux ; & en très-peu de tems ils trouveront une grande quantité de liqueur, ou de matiere

molle, qui sera tombée sur le papier, la même précisément que l'on nomme *Rosée mielleuse.*

Par la rosée mielleuse, on entend ordinairement une matiere végétale, dont ont parléquelques Anciens & plusieurs Modernes. C'est une matiere gomeuse, oléagineuse ou résineuse, qui transpire à travers les feuilles, & qui se condense sur leur surface; c'est une matiere que l'on ramasse, tantôt sous la forme de miel, tantôt sous la forme de manne. Plusieurs Naturalistes ont décrit cette rosée avec soin, & on la voit très-sensiblement sur la partie inférieure des feuilles lorsqu'il a fait bien chaud. *Stanhusius* rapporte, qu'il a observé à Weimar dans la Thuringe certains grains de la forme & de la grosseur à peu près de la graine de coriandre, mais qui se terminent en pointe de chaque côté. Les gens du Pays les ramassent, & en font une bouillie qui a un goût extrêmement doux. Il n'est par conséquent pas possible de douter de l'existence d'une matiere oléagineuse & épaissie sur la surface des plantes. Cette matiere seroit-elle différente de celle dont parle

M. *Gerſten* ? Quoique cet habile Phyſicien diſe dans ſon ouvrage, qu'il entend par la roſée de miel, ou roſée mielleuſe, une matiere fluide, gommeuſe, tranſparente, d'une ſaveur douce, & dépoſée ſur les feuilles des plantes par certains inſectes, ne ſeroit-il pas probable que ces inſectes viendroient la ramaſſer ſur les feuilles ? N'auroit-on pas pris pour les excrémens des inſectes tombés ſur le papier, les goutelettes mêmes de la liqueur dont ſe nourriroient les inſectes ?

Par M. Muſſenbroek, Hiſtoire de l'Académie des Sciences pour l'année 1736. page 1.

ARTICLE XIX.

Diſſertation ſur la formation, la nature & les effets de la Glace.

L'Eau ne ſe glace que parce que ſes parties perdent le mouvement qui leur eſt naturel, & qu'elles s'attachent les unes aux autres; mais il faut remarquer, 1°. Que l'eau ſe glaçant paroît ſe dilater, & qu'elle devient plus légere; au lieu qu'il ſemble qu'elle devroit ſe reſſerrer, & devenir plus peſante. 2°. Que l'eau glacée eſt un peu moins tranſparente, & que les corps tranſpirent moins librement à travers qu'auparavant, quoique tout le contraire doive arriver, ce ſemble, s'il eſt vrai que l'eau ſe dilate en ſe glaçant. Ce ſont ces contrariétés apparentes qui ſe trouvent dans les effets & les propriétés de la glace, qui en rendent la nature obſcure, & difficile à expliquer.

Les Philoſophes croyent commu-

nément que ce qui fait la glace, ce sont certains esprits de nitre, qui en hiver se mêlent parmi les parties d'eau, & qui étant d'eux-mêmes peu propres au mouvement, à cause de leur figure & de leur inflexibilité, affoiblissent & détruisent peu à peu celui des parties auxquelles ils sont attachés. Cette opinion est appuyée sur quelques expériences, qui prouvent du moins qu'en certaines occasions les esprits de sel & de nitre contribuent à former la glace. On n'a garde de contester ici ces expériences: on dit seulement qu'il n'est pas sûr que les esprits de nitre entrent toujours dans la composition de la glace; & quand ils y entreroient toujours, cela seul ne suffiroit pas pour pouvoir en expliquer tous les effets. Par exemple, on ne conçoit pas comment ces esprits de nitre, qui pénetrent les pores de l'eau, & qui en fixent les parties, peuvent obliger l'eau à se dilater, & la rendre plus légere; au lieu que naturellement ils devroient en augmenter le poids. Cette difficulté, & quelques-autres que l'on pourroit rapporter ici, font voir la nécessité d'un

nouveau système pour expliquer la nature de l'eau.

En voici un dans lequel il semble que tout s'explique plus aisément, & d'une maniere plus simple que dans le système ordinaire.

On dit donc que l'eau ne se glace en hiver, que parce que ses parties étant plus serrées les unes contre les autres, s'embarrassent mutuellement, & perdent tout le mouvement qu'elles avoient; & l'on prétend que l'air est la seule, ou du moins la principale cause pourquoi les parties de l'eau se serrent ainsi les unes auprès des autres. Voici comme cela s'explique.

Il y a une infinité de petites parties d'air grossier mêlées parmi les parties de l'eau, comme chacun peut s'en convaincre par ses propres yeux: car si on enferme dans la machine pneumatique un vase plein d'eau & ouvert; à mesure qu'on pompera l'air de la machine, on verra l'eau bouillir, & jetter une grande quantité d'air grossier.

Ces parties d'air grossier semées parmi celles de l'eau, ont chacune la vertu de ressort; ce qui est mainte-

riant ſi bien établi dans la Phyſique, que perſonne n'oſeroit plus le révoquer en doute.

Si donc on pouvoit faire voir, que les petits reſſorts de l'air groſſier ſemé dans l'eau ont plus de force en hiver, & qu'alors ils ſe débandent un peu, on concevroit aiſément que d'un côté ces reſſorts ſe débandant de la ſorte, & de l'autre l'air extérieur continuant à preſſer la ſurface de l'eau, les parties de l'eau enfermées entre ces petits reſſorts qui les repouſſent de toutes parts, devroient ſe ſerrer les unes contre les autres, perdre leur liquidité, & former un corps dur, c'eſt-à-dire, de la glace. Toute la difficulté eſt de ſçavoir, ſi en effet les reſſorts de l'air qui eſt ſemé dans l'eau ſe débandent un peu en hiver; & c'eſt ce qui eſt aiſé à prouver.

L'air groſſier que les yeux n'apperçoivent point dans l'eau tandis qu'elle eſt liquide, s'y remarque aiſément quand elle eſt glacée. On y voit ſouvent alors une grande quantité de bulles d'air très-ſenſibles & quand ces bulles ſont trop petites pour être remarquées chacune ſéparément, on ne laiſſe

laiſſe pas de les voir, pour ainſi dire, en gros & confuſément : car l'eau glacée eſt toujours un peu plus blanche, qu'elle n'étoit auparavant. Or pour peu qu'on ait étudié la nature des couleurs, on ſçait que cette blancheur ne vient que des petites bulles d'air mêlées parmi la glace ; c'eſt ainſi que toutes les écumes ſont un peu blanches, & que les bulles d'air mêlées dans le verre ou le criſtal, paroiſſent plus blanches que le reſte.

Ajoutez à cela, que les petites bulles d'air groſſier qui ſont abſolument inſenſibles dans l'eau tandis qu'elle eſt liquide, ne peuvent devenir ſenſibles dans l'eau glacée, que parce qu'elles ſont chacune plus groſſes qu'elles n'étoient ; & elles ne ſçauroient devenir plus groſſes que par l'une de ces raiſons, ou parce que l'eau en ſe glaçant a attiré du nouvel air, ou parce que l'air déja ſerré dans l'eau occupe un plus grand eſpace, & que ſes reſſorts ſe ſont un peu débandés. On ne conçoit pas comment l'eau en ſe glaçant auroit pû attirer du nouvel air, puiſque les pores de la glace ſont conſtam-

ment plus petits que ceux de l'eau, au travers deſquels l'air groſſier ne paſſe qu'avec peine. Il faut donc que l'air déja ſerré parmi les parties de l'eau ſe ſoit dilaté, & que ſes reſſorts ſe ſoient un peu débandés.

Mais pourquoi quand il fait froid, les reſſorts de l'air ont-ils plus de force pour ſe débander que dans une autre ſaiſon ? On répond premierement, que pour établir le ſyſtême qu'on propoſe ici, c'eſt aſſez de prouver que la choſe arrive en effet de la ſorte, ſans qu'il ſoit néceſſaire d'en expliquer la cauſe. On répond en ſecond lieu, que cette cauſe n'eſt pas difficile à trouver. Tout le monde ſçait que les corps à reſſort ont d'autant plus de force, qu'ils ſont plus roides, & que leurs pores ſont plus petits ou plus ſerrés. Or le propre du froid eſt de reſtraindre les pores, Pendant le chaud, les pores ſont plus ouverts, parce que la matiere ſubtile qui paſſe toujours au travers, étant alors dans un mouvement plus violent, a plus de force pour les étendre, & pour les tenir ouverts; au lieu qu'en hiver ſon mouve-

ment étant beaucoup ralenti, tous les corps ſe reſſerrent, & leurs pores ſe rétréciſſent: de-là vient qu'en hiver les corps des animaux tranſpirent beaucoup moins que dans une autre ſaiſon. Puis donc que le froid reſſerre les petites parties de l'air groſſier, & qu'il les rend moins ſouples & plus roides, parce qu'il en rétrécit les pores, il faut dire auſſi qu'il augmente la force de leur reſſort; le reſſort devenant plus violent à meſure que le corps devient plus roide.

Ainſi pendant l'hiver les reſſorts de l'air qui eſt ſerré dans l'eau, ayant notablement plus de force, ils doivent un peu ſe débander; & en ſe débandant, preſſer les unes contre les autres les petites parties d'eau qu'ils tiennent renfermées. Cela ſuppoſé, il n'y a rien dans la glace qu'on ne puiſſe expliquer naturellement.

1. L'eau en ſe glaçant doit faire un corps dur, parce qu'alors ſes parties étant preſſées les unes contre les autres, elles s'embarraſſent mutuellement, & perdent ainſi tout le mouvement qu'elles avoient.

2. L'eau en ſe glaçant doit devenir plus légere : car quoique ſes parties ſoient plus preſſées qu'elles n'étoient auparavant, cependant la maſſe compoſée des parties de l'eau ainſi preſſées & de l'air dilaté, doit être plus ample, & par conſéquent plus légere qu'elle n'étoit lorſque l'eau étoit liquide.

3. L'eau glacée occupe un plus grand eſpace que quand elle étoit liquide, parce que les reſſorts de l'air qui eſt ſerré dans l'eau, en ſe débandant, obligent l'eau de s'élever dans le vaſe qui la contient. Il eſt vrai que l'air extérieur preſſe auſſi de ſon côté la ſurface de l'eau, & qu'il fait effort pour la repouſſer. Mais cet air extérieur étant plus libre, & ſes petits reſſorts étant moins bandés, parce qu'ils ſe ſont relâchés à meſure que le froid a reſſerré tous les corps voiſins, il a moins de force que celui qui eſt enfermé dans l'eau, dont les reſſorts ne ſçauroient ſe débander qu'en faiſant groſſir le volume de l'eau.

4. Si l'on enferme un vaſe plein d'eau dans la machine pneumatique,

l'air qui eſt ſerré dans l'eau ſe dilate extraordinairement, quand on pompe l'air de la machine ; cependant l'eau ne ſe glace pas, parce que la ſurface extérieure de l'eau n'étant plus preſſée, l'air qu'elle contient peut en ſe débordant s'échapper librement, comme il s'échappe en effet.

5. L'eau glacée doit être toujours moins tranſparente que la même eau quand elle eſt liquide, parce que les bulles d'air qui ſont inſenſibles dans l'eau à cauſe de leur petiteſſe, étant plus ſenſibles & plus groſſes dans la glace, la doivent auſſi faire paroître plus blanche, & par conſéquent moins diaphane.

6. Les corps doivent bien moins tranſpirer au travers de la glace qu'au travers de l'eau, parce que les parties de l'eau glacée ſont en effet plus preſſées qu'elles n'étoient auparavant, & qu'ainſi elles laiſſent un paſſage moins libre aux corps étrangers.

7. L'eau dont on a tiré beaucoup d'air par le moyen de la machine pneumatique, doit auſſi ſe glacer plus difficilement.

8. L'eſprit de vin, l'eau de vie, & les autres liqueurs du même genre, doivent ne ſe point glacer du tout, ou ne ſe glacer qu'avec peine. Car leurs parties étant dans un grand mouvement, comme il paroît par l'évaporation qui s'en fait, il s'enſuit que l'air ſerré entre les parties de ces liqueurs eſt beaucoup plus ſubtil, & par conſéquent qu'il a moins de reſſort que celui qui eſt ſerré entre les parties de l'eau commune, puiſque le reſſort de l'air eſt principalement dans ſes parties groſſieres.

9. L'huile, la graiſſe, & les autres liqueurs viſqueuſes doivent ſe figer plus aiſément que l'eau ne ſe glace, parce que leurs parties peu propres au mouvement, s'embarraſſent bientôt les unes dans les autres. Mais ces liqueurs en ſe figeant ne doivent point devenir auſſi dures que la glace, ni ſe dilater comme elle: car quoi qu'elles renferment entre leurs parties branchues une plus grande quantité d'air que l'eau, cependant cet air eſt plus ſubtil, il a moins de reſſort, & s'échappe facilement par les pores de de ces mêmes liqueurs.

10. Le vif-argent ne peut pas ſe glacer, parce qu'il ne contient pas une aſſez grande quantité d'air groſſier ; que ſes parties ſont fort polies ; & qu'elles peuvent aiſément gliſſer les unes contre les autres, ſans s'embarraſſer & s'accrocher.

11. A meſure que le froid devient plus âpre, les reſſorts de l'air ſerré dans la glace doivent avoir plus de force pour repouſſer les parties de l'eau glacée, & le volume compoſé de l'air & de l'eau glacée doit de plus en plus groſſir ; c'eſt auſſi ce qu'on a éprouvé de la maniere ſuivante. On avoit rempli d'eau un boulet de fer creux, qui avoit une ouverture de bois de trois ou quatre lignes de diametre ; l'eau s'étant glacée dans ce boulet, & n'ayant pas eu la force de le rompre, la glace ſortit par le trou, & forma une eſpece de tige, qui s'allongeoit à meſure que le froid augmentoit, & qui crut juſqu'à la longueur d'un doigt. Cette tige ayant été rompue, & le boulet expoſé à l'air pendant une nuit très-froide, il ſe fit une nouvelle tige, quoique plus courte que la premiere, la glace ſe

filant, pour ainſi dire, en paſſant par le trou du boulet, comme font l'or & les autres métaux en paſſant à travers la filiere.

12. Dans le ſyſtême qu'on vient d'expoſer, les eſprits de nitre peuvent auſſi contribuer à former la glace, en ce que s'attachant aux petites parties de l'air ſerré dans l'eau, ils contribuent à les rendre plus roides & plus inflexibles, & à augmenter la force de ſes reſſorts.

Mémoires de Trévoux, Février 1701. page 162.

ARTICLE XX.

Observations expérimentales sur la formation de la Glace.

PREMIERE EXPÉRIENCE.

DE l'eau commune ayant été mise dans un vase de cuivre, & ayant été exposée à l'air pendant une forte gelée, quelque tems après il commença à s'y former de longs filets de glace, dont les uns pénétroient l'eau de haut en bas, les autres étoient couchés de travers ; quelques-uns étoient attachés au fond & aux côtés du vaisseau, & d'autres se croisoient en divers endroits. Ensuite ces filets s'élargirent en larmes très-déliées, qui avoient toutes environ trois lignes de largeur, étant séparées les unes des autres par des intervalles égaux, dont la largeur étoit aussi d'environ trois lignes.

II. EXPÉRIENCE.

Le même vaiſſeau ayant été rempli de nouvelle eau froide, & expoſé à la gelée, il s'y forma d'abord des filets & des lames de glace comme auparavant ; & enſuite les lames de glace qui étoient au fond s'élargirent peu à peu, & compoſerent une glace continue qui couvrit tout le fond du vaiſſeau. Les lames de glace qui étoient au-deſſus de l'eau ſe joignirent auſſi enſemble ; mais il y avoit vers le milieu de la ſurface de l'eau un petit endroit qui ne geloit point, & la glace avoit déja plus d'un pouce d'épaiſſeur, que ce petit endroit n'étoit pas encore pris. L'eau ſortoit peu à peu par ce trou, & ſe glaçoit à l'entour à meſure qu'elle ſe répandoit ; de ſorte que le trou ſe rétreſſiſſoit toujours, & il ſe fit tout autour une éminence de glace d'environ un pouce de hauteur, qui formoit un petit canal : enfin le trou s'étant entierement bouché, la glace, à quelque tems de-là, ſe fondit avec bruit, avant que toute l'eau qui étoit au milieu fût glacée.

III. EXPÉRIENCE.

Pour connoître ce qui faisoit sortir l'eau par ce petit canal, & ce qui avoit fait rompre la glace, l'Observateur prit un grand verre de figure conique; & l'ayant empli d'eau jusqu'à trois ou quatre lignes près du bord, il considera soigneusement le progrès de la congelation. Après qu'il se fut formé de petits filets, & puis de petites lames de glace, dont quelques-unes étoient découpées comme des feuilles de persil, & d'autres dentelées comme une scie, plusieurs petites bulles d'air commencerent à paroître au fond & aux côtés du verre, & grossirent peu à peu. Quelques-unes de ces bulles demeuroient engagées dans la glace, d'autres se détachoient & montoient jusqu'en haut. Plus l'eau se geloit, plus il se formoit de bulles: cependant l'eau sortoit toujours par le petit canal; & comme elle se geloit aussi-tôt qu'elle s'étoit répandue, la glace devint enfin si haute à l'entour du petit canal, que d'un côté elle surpassoit les bords du verre, de maniere que l'eau couloit

par-deſſus. Alors il fit une petite ouverture avec une épingle à l'autre côté où la glace étoit moins épaiſſe, & auſſi-tôt l'eau prit ſon chemin par-là. Cette ouverture ayant été renouvellée de tems en tems, le premier trou par où l'eau ne ſortoit plus, ſe ferma entierement : enſuite la glace boucha auſſi la ſeconde ouverture, que l'on avoit ceſſé de renouveller ; & cependant il y avoit toujours des bulles qui ſe formoient dans l'eau qui n'étoit pas encore gelée, & s'élevoient juſqu'au haut de cette eau. Quelque tems après que le ſecond trou fut bouché, la glace craqua, & l'on trouva qu'elle s'étoit fendue par le haut en deux endroits ; que vers les deux tiers de la hauteur du verre, la glace de deſſus s'étoit entierement ſéparée de celle de deſſous par un eſpace d'environ deux lignes, & que dans le milieu de la glace il y avoit un peu d'eau qui n'étoit pas encore gelée. On remarqua auſſi que dans toute cette glace il y avoit une infinité de petites bulles qui ſe terminoient en pointes, & qui s'allongeoient preſque toutes vers le milieu du verre ; & qu'à l'endroit où

l'eau avoit gelé la derniere, la glace étoit blanchâtre & peu tranſparente, preſque comme de la neige preſſée. Selon M. Mariote, l'Auteur de ces expériences, voici la raiſon de ces divers phénomenes.

L'eau enfermée dans la glace s'élevoit & ſe répandoit par en haut, parce que les bulles qui ſe formoient venant à s'étendre, la preſſoient & la pouſſoient dehors : le petit canal avoit demeuré long-tems ſans ſe glacer, parce que l'eau qui y paſſoit continuellement l'entretenoit ouvert. Lorſque la glace avoit enfin bouché ce paſſage, les bulles dont le nombre augmentoit toujours, avoient enfin été trop preſſées, & par l'effort qu'elles faiſoient pour s'étendre, avoient rompu la glace; c'étoit auſſi ce même effort qui avoit fait ſéparer la glace de deſſus d'avec celle de deſſous. La blancheur & l'opacité de la glace qui s'étoit formée la derniere, venoit de ce qu'il s'y étoit mêlé quantité de ces bulles.

Si l'on demande d'où ces bulles viennent, on répond qu'elles ſe forment d'une matiere aérienne, dont l'eau eſt toute remplie, comme l'on

voit par l'expérience du vuide : car ſi l'on met un verre plein d'eau dans le récipient, on voit ſortir de l'eau quantité de ſemblables bulles lorſque l'on pompe l'air, & la même choſe arrive quand on fait bouillir de l'eau ſur le feu. On dira peut-être que dans l'eau bouillante ces bulles viennent du feu ; mais notre Auteur a vû pluſieurs de ces bulles demeurer plus de ſix ſemaines au fond d'un plat rempli d'eau, ſans diminuer notablement de volume, quoique le plat ne fût plus ſur le feu, & même qu'il fût expoſé à un air aſſez froid ; d'où il paroît que l'on doit conclure que ces bulles ne ſont pas des particules de feu. On pourroit auſſi douter ſi elles ne viennent point de la matiere du vaiſſeau, ou de l'air qui eſt contenu dans ſes pores. Ce doute qui ſemble aſſez bien fondé, a donné occaſion à M. Mariote de faire une expérience aſſez curieuſe : il verſa de l'huile dans un petit vaiſſeau, & avec la tête d'une épingle il mit doucement une goute d'eau au-deſſus de cette huile. Ayant enſuite mis le vaiſſeau ſur le feu, il ne vit point de bulles ſortir de l'huile ; mais il en vit beau-

coup sortir de la goutte d'eau. Lorsque l'huile fut plus échauffée, la goutte d'eau tomba au fond, & les bulles continuerent à en sortir ; mais ce qu'il y a de surprenant, un peu après il se fit une espece de fulmination, & au même instant le dessus de l'huile fut tout couvert de bulles, dont quelques-unes étoient plus grosses que toute la goutte d'eau. Cette expérience lui fit juger que la matiere dont les bulles se forment est contenue dans l'eau, & qu'elle se change en air lorsque l'eau gele, ou qu'on la fait bouillir, ou que l'on pompe l'air d'alentour en faisant l'expérience du vuide.

Il reste à sçavoir comment les bulles se forment, pourquoi elles s'enflent, & comment se font les filets qui paroissent au commencement de la congélation. Tout cela peut encore s'expliquer aisément suivant les mêmes principes. Il y a beaucoup d'apparence, que la fluidité des liqueurs aqueuses vient de ce que leurs parties sont continuellement agitées par le mouvement de cette matiere aérienne, & que ce mouvement est entretenu par

la chaleur : d'où il s'enſuit que lorſqu'il fait un très-grand froid, ce mouvement devient ſi foible, qu'il ne peut plus agiter les parties de l'eau, de maniere qu'elles s'attachent au vaiſſeau, & puis elles ſe joignent les unes aux autres; & de-là viennent ces filets & ces lames de glace, que l'on voit paroître lorſque l'eau commence à geler. Alors la matiere aérienne ſe dégage de l'eau qui gèle; & comme les eſprits du vin nouveau étant ſéparés de la matiere groſſiere du vin, ſe mettent en mouvement, font ſortir le vin par le bondon, & rompent le tonneau ſi on ne leur donne paſſage : ainſi cette matiere aérienne, en ſe dilatant, fait ſortir l'eau par le petit trou qui demeure ouvert; & lorſque ce trou eſt bouché, elle rompt la glace qui la tient trop preſſée. Pour faire voir qu'il n'y a point d'autre cauſe de cette rupture, notre célebre Auteur fit l'expérience ſuivante.

IV. EXPÉRIENCE.

Il mit de nouvelle eau froide dans le

le vaiſſeau dont il s'étoit ſervi aux deux premieres expériences; & lorſque l'eau fut toute gelée par deſſus, enſorte qu'il ne reſtoit plus d'ouverture, il perça la glace avec une groſſe épingle: auſſi-tôt il ſortit un jet-d'eau de la hauteur de plus de deux pouces, qui enleva l'épingle qui étoit demeurée dans le trou. Il continua de percer la glace de tems en tems juſqu'à ce que l'eau fût toute gelée; & après cela il la laiſſa expoſée à un air très-froid deux jours & deux nuits de ſuite; mais la glace ne creva point, quoique d'autre glace qu'on n'avoit point percée crevât tout auprès.

V. EXPÉRIENCE.

Il voulut voir s'il falloit beaucoup de ces bulles pour rompre la glace; & ayant pour cela fait geler d'autre eau dans le même vaiſſeau, il perça la glace de tems en tems. Quand l'eau fut preſque toute gelée, il tira la glace entiere hors du vaiſſeau, l'ayant un peu fait chauffer, & il la laiſſa expoſée à l'air ſans la percer davan-

rage. Un quart-d'heure après il l'entendit rompre, & il la trouva ſéparée en deux parties preſque égales, en chacune deſquelles il y avoit une cavité d'environ un pouce de diametre, qui étoit l'eſpace qu'occupoient les bulles, & le reſte de l'eau qui étoit demeuré liquide. La glace étoit tout autour épaiſſe de plus de trois doigts, & néanmoins les bulles qui s'étoient formées du peu d'eau qui reſtoit, n'avoient pas laiſſé de la rompre.

VI. EXPÉRIENCE.

Pluſieurs perſonnes ont tâché de faire des miroirs ardens avec de la glace; mais il eſt difficile d'y réuſſir, parce que d'ordinaire la glace n'eſt pas parfaitement tranſparente. Notre Auteur ayant jugé par les expériences précédentes, que ſi l'on faiſoit ſortir la matiere aérienne qui eſt dans l'eau avant que de l'expoſer à la gelée, on pourroit avoir de la glace très-pure, il voulut en faire l'eſſai. Il fit donc bouillir de l'eau nette ſur le feu environ une demi-heure pour faire éva-

porer la matiere aérienne, & il l'expoſa enſuite à un air très-froid. Tout proche de cette eau chaude, il en mit autant de froide dans un autre vaiſſeau, afin de les comparer enſemble. L'eau froide commença à geler avant que la chaude fût ſeulement refroidie, & il s'y forma quantité de bulles. L'eau chaude gela auſſi à la fin; mais la glace avoit deux pouces d'épaiſſeur de tous côtés, qu'il ne s'y étoit encore formé aucune bulle; de ſorte qu'elle étoit parfaitement tranſparente. Il mit un petit morceau de cette glace dans un petit vaiſſeau concave ſphérique; & ayant approché ce vaiſſeau du feu, il fit fondre peu à peu la glace d'un côté, juſqu'à ce qu'elle eût prit une figure convexe ſphérique; il en fit autant de l'autre côté, retournant ſouvent la glace, & verſant l'eau de tems en tems à meſure que la glace ſe fondoit. Lorſque la glace eut une figure convexe aſſez uniforme, il la prit par les deux bords avec un gant, afin que la chaleur de ſa main ne la fît pas ſitôt fondre, & il l'expoſa au Soleil. Cette

expérience eut le ſuccès qu'il en attendoit : car en fort peu de tems, par le moyen de cette glace, il mit le feu à de la poudre fine, qu'il avoit placée au foyer ou point brûlant, où les rayons ſe réuniſſent. Il eſt vrai que quelque ſoin que l'on prenne, il eſt impoſſible de faire évaporer de l'eau toute la matiere aérienne, & d'empêcher qu'il ne ſe forme quelques bulles dans le milieu de la glace; mais on en a toujours une épaiſſeur conſidérable, qui eſt parfaitement tranſparente.

Par M. Mariote, Journal des Sçavans, Février 1672. page 55.

ARTICLE XXI.

Explication phyſique des divers Phénomenes de la glace.

LA glace ne ſe formant pas moins dans la machine du vuide que dans l'air, il faut que le corps étranger qui agit ſur les liqueurs pour les geler, ſoit quelque fluide beaucoup plus ſubtil que l'air ; & il eſt plus que probable que ce n'eſt autre choſe que la matiere ſubtile elle-même, qui eſt comme la ſource de tous les mouvemens, & par-là de tous les changemens de la nature.

Pour découvrir de quelle maniere ſe fait la congélation, il faut connoître d'abord en quoi conſiſte la nature des liquides, que l'on doit diſtinguer des fluides, en ce que ceux-ci forment un genre dont les premiers ne ſont qu'une eſpece. Un fluide eſt un corps dont les parties intégrantes ne ſont pas liées enſemble, qui cede facilement au toucher, qui réſiſte peu à la diviſion, & qui ſe répand comme de

lui-même. Parmi les fluides, il y en a qui se répandent par leur ressort & par leur poids, comme l'air, ou seulement par leur poids, sans que leur surface supérieure se mette exactement de niveau, comme un monceau de sable, ou enfin par leur poids & par le mouvement qu'ont en tous sens leurs parties, ensorte que s'ils sont en suffisante quantité, ils coulent & s'étendent jusqu'à ce qu'ils se soient mis de niveau; & ces derniers sont les *liquides* proprement dits. Quoique le mouvement intestin des particules des liquides ne soit pas visible, il n'en est pas moins réel; & rien ne le prouve mieux, que la dissolution que ces mêmes liquides font des corps durs.

Par les *parties intégrantes* d'un liquide, on entend celles qui entrent dans sa composition, suivant le dernier dégré de division actuelle où elles doivent être pour former un tel liquide, & non pas suivant le dernier dégré de division possible où elles sont capables d'arriver, la matiere étant divisible à l'infini. Ce qu'on nomme parties intégrantes dans les liquides, est ce qu'on appelle *Molécules* dans la

matiere ſubtile, avec cette différence, que par les parties intégrantes d'un liquide on ne doit entendre, que de petits amas de matieres compoſés d'autres parties qui ſont en repos les unes à l'égard des autres; au lieu que les molécules de la matiere ſubtile ſont comme de petits amas de matiere extrêmement agitée, ou plutôt comme autant de petits balons, ou de petits tourbillons d'un fluide très-ſubtil, qui tournent autour de leur centre avec une rapidité preſque infinie, d'où ces molécules tirent leur force pour ſe dilater, & pour repouſſer autant qu'elles ſont pouſſées; ce qui fait leur *reſſort*.

Un autre principe important, c'eſt que la dureté des corps ou la réſiſtance que leurs parties apportent à leur déſunion, ne vient que de la matiere ſubtile qui les environne & qui les comprime, parce qu'elle remplit le monde, & n'y laiſſe aucun vuide par ſes diviſions & ſubdiviſions infinies. Suivant ces principes, les parties intégrantes d'un liquide ſeront plus ou moins dures, ſelon qu'elles ſeront plus ou moins comprimées par la matiere

ſubtile ; & c'eſt le plus ou le moins de cette matiere enfermée dans un liquide, ſelon qu'elle a plus ou moins d'agitation & de reſſort, qui fait principalement le plus ou le moins de liquidité. Mais le plus ou le moins d'agitation de cette matiere dépend de la groſſeur, de la figure, de la nature des ſurfaces planes, convexes ou concaves, polies ou raboteuſes, & de la denſité des parties intégrantes du liquide.

La peſanteur naturelle des parties d'un liquide eſt déjà une des puiſſances, qui les aſſujettit dans le vaſe où elles ſont contenues ; mais outre cela les parties intégrantes de la plûpart des liquides gliſſant les unes ſur les autres, ſuivant qu'elles ont des ſurfaces plus ou moins polies, elles préſentent d'autant moins de ſurface à la matiere ſubtile intérieure, qu'elles ſe touchent par plus d'endroits ; & celles qui ſe trouvent vers les extrémités, lui en préſentent encore moins que les autres, puiſqu'elles ont un côté vers le dehors. Elles en préſentent donc davantage à la matiere ſubtile extérieure ; & comme cette matiere a plus de

liberté,

liberté, & ſe meut avec plus de vîteſſe que l'intérieure, il eſt clair qu'elle doit avoir plus de force pour repouſſer les parties du liquide vers la maſſe totale, que la matiere ſubtile intérieure n'en a pour les ſéparer. Ainſi le liquide demeurera dans le vaiſſeau qui le contient; & de plus il aura quelque viſcoſité, ou réſiſtera un peu à la diviſion.

Mais c'eſt par l'action & la réaction continuelle & réciproque entre les parties du liquide & la matiere ſubtile qu'il contient, & entre ce tout & la matiere ſubtile extérieure, que l'équilibre ſe conſerve entre les parties intégrantes du liquide, la matiere ſubtile intérieure, & la matiere ſubtile du dedans; enſorte que les vîteſſes, les compreſſions & les maſſes multipliées de part & d'autre, donneront toujours un produit égal de force ou de mouvement, & ce mouvement & cet équilibre ſubſiſteront tant que le liquide perſéverera dans ſon état de liquidité. Il ſuit de-là, que les parties intégrantes d'un liquide ſont ce qui s'y meut avec le moins de vîteſſe; que la matiere ſubtile qui coule entr'elles, eſt plus agitée; & qu'en-

fin c'eſt la matiere ſubtile extérieure dont l'agitation paſſe celle de tout le reſte.

La nature des liquides étant ainſi établie, rien de plus facile que d'expliquer la formation de la glace. Voulez-vous de la glace (dit M. de Mairan, l'Auteur de cette ſçavante Diſſertation,) c'eſt-à-dire, voulez-vous changer un corps liquide tel que l'eau, en un corps ſolide? Chaſſez une partie de la matiere ſubtile qui coule entre ſes interſtices, ou diminuez ſon mouvement ou ſon reſſort, enſorte qu'elle ne puiſſe plus vaincre la réſiſtance des parties intégrantes du liquide : c'eſt tout ce que fait le froid; & vous aurez de la glace. En effet la chaleur n'étant autre choſe, que le mouvement de la matiere ſubtile entretenu par les fréquentes ſecouſſes ou vibrations du corps du Soleil, qui occupe le centre de notre tourbillon, ce mouvement ne peut s'affoiblir que de deux manieres, ou par l'éloignement de ſa ſource, c'eſt-à-dire du Soleil, ou par les obſtacles que certains corps branchus, tels que l'air de notre atmoſphere, y peuvent apporter. C'eſt de

la premiere maniere que la chaleur eſt apparemment moins grande dans Saturne que ſur notre globe, parce que cette planete eſt dix fois plus éloignée que nous du Soleil ; mais c'eſt de la ſeconde ſeulement qu'en général il fait moins chaud, ou plus froid dans nos climats en Hiver qu'en Eté, & dans les Zones glaciales que dans les Zones tempérées & torride, parce que les rayons du Soleil dont la direction devient alors plus oblique, ſont interceptés en partie par une plus grande quantité d'air.

Avec ces idées du chaud & du froid, ſi l'on imagine que le lieu où eſt un liquide, vienne à ſe refroidir peu à peu juſqu'au degré néceſſaire pour la congélation, il eſt certain que la matiere ſubtile extérieure venant à diminuer de viteſſe & de reſſort, il faut qu'une partie de celle qui étoit renfermée dans le liquide en ſorte ; & cette effuſion doit continuer, juſqu'à ce que le nombre, la tenſion & la viteſſe des molécules de celle qui y reſtent, ſoient diminuées au point néceſſaire, pour demeurer en équilibre avec la matiere ſubtile du dehors ; ce

qui ſe prouve par l'exemple de ce qui arrive à l'eau enfermée dans la machine pneumatique dont on vient à pomper l'air. Car à chaque coup de pompe, l'air qui appuyoit ſur la ſurface de l'eau, ſe trouvant plus rare & plus lâche, parce qu'il eſt en moindre quantité, il comprime d'autant moins l'eau & l'air qu'elle contient entre ſes interſtices; c'eſt pourquoi celui-ci ſe dégage, & ſort de l'eau pour paſſer dans le récipient de la machine, où il eſt beaucoup plus au large.

Pour revenir maintenant au liquide qui commence à ſe geler, notre Auteur obſerve, que les parties intégrantes de ce liquide ne tenant leur mouvement que de la matiere ſubtile qui les environne chacune en particulier, il eſt clair que leur mouvement doit diminuer avec celui de cette matiere. De-là naiſſent de plus grands frottemens entre leurs ſurfaces, parce que ces parties ſe rapprochent d'autant plus, que les molécules qui doivent les tenir ſéparées, ou les faire gliſſer les unes ſur les autres, ont moins de viteſſe & de reſſort. Ainſi le liquide diminuera un peu de volume,

& commencera à s'engourdir & à devenir moins coulant. Mais ſi le froid augmente toujours, les frottemens & la denſité augmenteront avec lui, parce que l'agitation & le reſſort de la matiere ſubtile intérieure qui devoit les vaincre, diminuent; & il y aura bientôt pluſieurs parties intégrantes du liquide qui s'appliqueront les unes ſur les autres, qui s'accrocheront & s'entrelaceront ſi elles ſont crochues & rameuſes, ſans qu'elles puiſſent être ſéparées par le choc ou par le reſſort des molécules affoiblies qui viennent encore les heurter. Les premiers aſſemblages de ces parties ſe trouveront vers les bords du liquide & vers la ſurface; car c'eſt-là que l'effuſion de la matiere ſubtile intérieure, & l'affoibliſſement de ſon reſſort, doivent commencer. Mais ſi l'augmentation du froid continue, ou ſeulement ſi le froid perſévere dans un certain degré, à ces parties aſſemblées il s'en joindra bientôt d'autres, ſçavoir celles qui en ſont les plus voiſines, & à celles-ci d'autres encore; & enfin toute la maſſe du liquide demeurera fixe & immobile; elle ſera dure, elle oc-

cupera moins d'eſpace, en un mot elle ſera glacée.

Une obſervation qu'il ne faut pas omettre, c'eſt qu'il s'en faut bien que la matiere ſubtile intérieure conſerve toujours un même rapport d'agitation & de reſſort avec la matiere ſubtile extérieure, lorſque le mouvement de celle-ci diminue, c'eſt-à-dire, que la diminution de viteſſe de la matiere ſubtile intérieure, doit être avec la diminution de viteſſe de l'extérieure en raiſon compoſée : 1°. De la diminution de la viteſſe de cette derniere ; 2°. Du plus grand nombre de ſurfaces qui viennent à ſe toucher immédiatement ; 3°. Et de la plus grande denſité du liquide ; enſorte que ſi la matiere ſubtile du dehors diminue de quatre degrés de viteſſe, par exemple, celle du dedans diminuera beaucoup plus que de quatre degrés.

La diminution du mouvement de la matiere ſubtile eſt donc la cauſe immédiate de la congélation. A l'égard des cauſes moyennes & accidentelles aux deux qui ont été ſpécifiées plus haut, ſçavoir l'éloignement du Soleil & l'obliquité de ſes rayons, il

faut joindre encore le nitre ſubtil répandu dans l'air & les vents. Dans les Pays dont le terroir contient beaucoup de nitre ou de ſalpêtre, comme par exemple à la Chine, l'eſprit de ſel rempliſſant quelquefois l'atmoſphere, y cauſe même au milieu de l'Eté un froid ſi violent, que les lacs & les rivieres en ſont glacés. Ce phénomene s'explique, en ſuppoſant ce qui eſt avoué de tous les bons Phyſiciens : 1°. Que l'air eſt un fluide fort branchu, dont les molécules ont une figure propre à leur donner du reſſort ; 2°. Que les corpuſcules nitreux au contraire reſſemblent à de petites pyramides droites, roides & pointues. Cela poſé, on comprend aiſément que les corpuſcules nitreux venant à s'en aller, & à ſe répandre dans l'air, ſoit par la chaleur du Soleil, ſoit par telle autre cauſe qu'on voudra, ce ſeront autant de petits dards qui s'embarraſſeront entre les rameaux de l'air, leſquels ſe joignant pluſieurs enſemble, feront des pelotons plus gros & plus ſerrés qu'auparavant ; d'où il réſultera un corps plus compacte & plus denſe. Cette denſité par rapport aux rayons

du Soleil, produira le même effet que l'obliquité de l'atmosphere, c'est-à-dire, que l'activité de la matiere subtile en sera émoussée; & de cet affoiblissement suivra la congélation des rivieres, des lacs, & des veines d'eau qui coulent près de la surface de la terre.

Enfin pendant le froid & la gelée, le vent sec contribue à la congélation; 1°. Parce qu'il chasse violemment l'air qui touche la surface du liquide, & qui a perdu de sa froideur, en recevant les molécules de matiere subtile qui s'échappent de ce même liquide; 2°. Parce qu'à la place de cet air chassé, il en substitue un autre plus froid & plus dense, & tel qu'il le faut pour procurer la congélation, en affoiblissant la matiere subtile extérieure qui touche le liquide, & par ce même moyen, celle qui y est renfermée. Cet effet qu'on attribue ici au vent, choque le préjugé commun, suivant lequel le vent est un obstacle à la formation de la glace; & cela se trouve vrai lorsque le vent a beaucoup de prise sur une grande surface d'eau, qu'il n'empêche de geler qu'en tant qu'il l'agite par

des ſecouſſes continuelles. Mais il eſt toujours certain en général, que le vent doit accélerer la congélation; & pour s'en convaincre, il n'y a qu'à en faire l'expérience, en expoſant pendant la gelée deux vaiſſeaux de même grandeur pleins d'eau, l'un au vent ſec, l'autre à l'abri du vent.

Il y a différentes congélations, ſelon la différence des liquides en général. Il y a des liquides qui ſe gelent facilement, & dont la glace n'eſt pas dure, comme l'huile d'olive: il y en a d'autres qui ne ſe gelent que difficilement, comme les liqueurs ſpiritueuſes; quelques-unes qui ne ſe gelent preſque jamais, comme l'huile de térébenthine; quelques-autres qui ne ſe glacent point du tout, comme l'eſprit de nitre, l'eſprit de vitriol, & le Mercure. L'Auteur en donne des raiſons qui ſe tirent très-naturellement de ſon ſyſtême, en ſuppoſant aux molécules de ces divers liquides une figure convenable. Nous allons à préſent parler des divers phénomenes de la congélation dans ſes commencemens, dans ſa perfection & dans ſa deſtruction, ou dans le dégel.

I. Les phénomenes de la congélation de l'eau dans ſes commencemens ſont, 1º. La formation des premiers filets de la glace; 2º. Et celle des bulles d'air qui ſe voyent dans l'eau quand elle commence à ſe geler.

Les premiers filets de glace paroiſſent d'abord vers la ſurface du liquide couchés horizontalement, & attachés par un bout aux parois du vaiſſeau, avec leſquels ils forment divers angles, rarement l'angle droit. A ces filets il s'en joint d'autres qui leur ſont auſſi diverſement inclinés, & ainſi de ſuite juſqu'à ce qu'il en réſulte un premier tiſſu de glace, qui devient toujours plus épais, à proportion que le froid continue ou qu'il augmente. On conçoit facilement que ces filets de glace ſont formés de pluſieurs petits glaçons qui s'accrochent bout à bout; mais quelle cauſe produit le premier de ces petits glaçons, & qu'eſt-ce qui les détermine à prendre une telle ſituation entr'eux?

Notre Auteur eſt perſuadé que dans la nature il n'y a point de corps ſi parfaitement uniforme, qu'il n'admette quelque inégalité de parties. Or il

ſuffit qu'un liquide ait quelques-unes de ſes parties intégrantes plus groſſes, moins polies que les autres, ou plus ſerrées entr'elles, pour donner priſe par cet endroit à la cauſe de la congélation, qui formera le premier glaçon d'un petit amas de ces ſortes de parties. A ce premier glaçon ſe joindront les parties intégrantes du liquide les plus voiſines, auſquelles il communique ſa froideur; & voici comment ſe fait cette communication. Les corpuſcules qui compoſent le glaçon ne ſont pas ſi étroitement unis, qu'ils ne laiſſent entr'eux quelques intervalles, leſquels quoique fort étroits, offrent à la matiere ſubtile un paſſage plus libre, que les interſtices qui partagent les autres parties du liquide, & qui varient à chaque inſtant à cauſe du mouvement inteſtin de toutes ces parties : ainſi ſelon la loi inviolable, qu'un fluide preſſé de tous côtés s'échappe vers celui où il eſt moins preſſé, la matiere ſubtile doit abandonner les parties du liquide les plus voiſines du petit glaçon, pour paſſer dans les petits canaux de celui-ci, &

laiſſer par conſequent immobiles les molécules dont elle s'éloigne, leſquelles forment elles-mêmes d'autres petits glaçons.

Mais pourquoi s'uniſſent-ils bout à bout? Il faut ſuppoſer pour cela, que chaque glaçon eſt en petit ce qu'eſt un paquet d'une vingtaine de bâtons de cire d'Eſpagne : par exemple, comme le paquet laiſſeroit ſuivant ſa longueur plus de paſſage à l'air que ſuivant ſa largeur; de même les premiers glaçons laiſſant plus d'ouverture à la matiere ſubtile ſelon leur longueur que ſelon leur largeur, ils doivent ſe joindre entr'eux bout à bout plutôt qu'en tout autre ſens.

Les premiers filets de glace ſont couchés horizontalement ſur la ſurface de l'eau, 1º. Parce que cette ſurface étant plus expoſée au froid que le dedans, c'eſt par l'extrémité du liquide que la congélation doit commencer; 2º. Parce qu'en quelqu'endroit que ſe forment les filets, lorſque la congélation ſe fait lentement; ils ont le tems de monter à la ſurface, étant plus légers qu'un pareil volume d'eau.

Les filets ſont ordinairement attachés par un de leurs bouts aux côtés du vaiſſeau ; 1°. Parce que la congélation devant commencer par les endroits les plus minces du liquide, les bords de la ſurface, près des côtés du vaiſſeau, ſont ce qu'elle a de plus facile à pénétrer par le froid ; 2°. Parce que quand même les filets ſe formeroient vers le mileu de la ſurface, ils iroient bientôt d'eux-mêmes s'attacher aux parois du vaiſſeau, pourvû qu'il ne ſoit pas plein par-deſſus les bords, ou qu'il ne ſoit pas enduit par-dedans de quelque liqueur graſſe ; & cela conformément à ce phénomene curieux expliqué dans quelque Traité de Phyſique, que tout corps qui nâge ſur l'eau, & qui ſe mouille facilement, va toujours ſe joindre aux parois du vaſe qui contient l'eau, en quelqu'endroit de la ſurface qu'on le mette, pourvû que le vaſe ſoit mouillé lui-même par cette eau, & ne ſoit pas pas tout-à-fait plein : au lieu que ce corps viendroit des parois vers le centre de la ſurface, ſi le vaſe étoit frotté par-dedans de quelque matiere graſ-

ſe, ou qu'il fût plein juſques par-deſſus les bords.

Enfin les premiers filets de glace ſont avec les côtés du vaiſſeau divers angles, & rarement l'angle droit, parce qu'un premier filet de glace qui tend à ſe coler perpendiculairement aux parois de ce vaſe, n'eſt pas plutôt formé, qu'il s'en forme de ſeconds à côté de lui, leſquels s'attachant à ce premier par un de leurs bouts, tendent par l'autre vers les bords du vaſe, & attirent le premier filet du côté où ils ſe rencontrent plus forts & en plus grand nombre. Or comme il arrive rarement que cette attraction ſoit égale de part & d'autre, il eſt rare auſſi que les premiers filets demeurent perpendiculaires aux côtés du vaiſſeau, & forment avec eux un angle droit.

II. Les phénomenes qu'on obſerve dans la glace lorſqu'elle eſt formée, ſont ſa peſanteur & ſon volume, ſa dureté & ſa réſiſtance, ſon goût, ſa tranſparence & ſa couleur, ſa réfraction & ſa figure par rapport à la palingéneſie.

Quoiqu'il ſoit vrai à la rigueur que

tout liquide ſe reſſerre à meſure qu'il ſe refroidit, & que par conſéquent il doit avoir moins de volume étant gelé qu'en tout autre état; il eſt cependant certain que la glace de l'eau eſt plus légere, ou occupe plus d'eſpace que cette même liqueur, puiſque les glaçons nâgent toujours deſſus; & il n'eſt pas moins indubitable, que c'eſt l'air ſeul renfermé dans la glace qui la rend plus légere que l'eau, puiſque celle-ci étant bien purgée d'air par la machine pneumatique, la glace qui en vient a moins de volume que l'eau ordinaire, & deſcend au fond ſi on l'y plonge.

Mais pourquoi l'air qui étoit diſperſé dans l'eau en une infinité de parcelles avant la congélation, augmente-t'il le volume de l'eau, lorſqu'il s'eſt raſſemblé en de plus groſſes gouttes après la congélation, ſurtout quelque portion de cet air ſortant du liquide pendant qu'il ſe gele? en un mot, comment eſt-il poſſible qu'une bulle d'air, par exemple, formée de huit petites bulles d'air qui étoient répandues dans le liquide, ait plus de force & de reſſort pour écarter les

parties de l'eau en ſe dilatant, que les huit petites gouttes n'en avoient auparavant, étant diſperſées çà & là?

Cela s'explique tout d'un coup par ce principe de Géométrie : Que les corps qui augmentent de groſſeur, ſans changer de figure, augmentent de ſolidité en raiſon triplée de leurs côtés ou diametres, & de ſurface ſeulement en raiſon doublée; ce qui eſt rendu ſenſible par l'exemple d'un gros dez à jouer formé de l'aſſemblage de huit autres plus petits : d'où il paroît que les bulles d'air, qui dans la glace naiſſent de la réunion d'une infinité de goutelettes répandues dans l'eau avant la congélation, doivent avoir plus de reſſort après cette réunion pour écarter les parties de l'eau, & y faire des vuides plus conſidérables, que toutes ces particules enſemble n'en avoient étant diſperſées.

A l'égard de la force de la dilatation de la glace par rapport aux vaiſſeaux qui la contiennent & qu'elle creve, on peut dire en général que ſes effets ſont quelquefois ſi violens, qu'un peu d'eau ou d'humidité dans les

les pierres & dans les marbres eſt capable de les fendre, & de les faire éclater pendant la gelée.

La glace eſt d'autant plus dure & plus forte, qu'elle s'eſt formée plus lentement, parce qu'alors elle contient moins d'air. On peut juger de ſa réſiſtance en général par celle d'un petit cylindre de glace long de ſix pouces, & du diametre de quatre lignes, lequel ſoutenoit dans ſon milieu ſans ſe rompre le poids de dix-ſept onces deux gros.

La glace ordinaire eſt plus blanche & moins tranſparente que l'eau, à cauſe des bulles d'air qu'elle renferme, & des fêlures qu'elles y cauſent; mais la glace formée d'eau purgée d'air eſt d'une couleur plus foncée, & quelquefois ſi tranſparente, qu'étant taillée en lentille ſphérique par le moyen d'un baſſin concave un peu chaud, elle raſſemble, comme nous l'avons déja remarqué dans un autre article, les rayons du Soleil, preſque avec la même juſteſſe que les meilleurs miroirs ardens.

Quant aux différentes figures que

prennent les glaçons dans les rivieres & dans les mers, figures qui quelquefois approchent beaucoup de certains ouvrages de l'art, l'Auteur eſt perſuadé qu'il ſeroit inutile d'en rechercher la cauſe, qui dépend preſque toujours d'un enchaînement de circonſtances ignorées, & qu'il eſt impoſſible de déterminer.

III. Les phénomenes de la deſtruction de la glace ſont, 1°. La lenteur avec laquelle elle ſe fond; 2°. L'évaporation qui s'en fait; 3°. Le dégel.

1. Comme la glace doit ſe détruire par des cauſes contraires à celles qui l'ont produite, il ſemble qu'il n'y a pas de maniere plus naturelle d'en expliquer la deſtruction, que par l'inverſion de la plûpart des raiſonnemens qui ont ſervi à montrer comment elle ſe forme. Mais il faut obſerver, qu'elle ne ſe détruit pas exactement dans l'ordre renverſé de ſa formation, puiſqu'elle ſe dégele beaucoup plus lentement qu'elle ne s'étoit formée. La raiſon en eſt, que la matiere ſubtile intérieure trouve bien

plus de facilité à s'échapper d'entre les parties intégrantes d'un liquide pendant qu'elle les tient ſéparées, qu'elle n'en trouve à s'y gliſſer, après que leurs ſurfaces ſe ſont appliquées l'une contre l'autre, & que pluſieurs de ces parties ne lui laiſſent aucun paſſage pour les diviſer, & pour vaincre la compreſſion de la matiere ſubtile environnante qui entretient leur union. L'Auteur eſtime qu'il faut preſque toujours que la matiere ſubtile ébranle les particules de la glace par ſon choc, avant que de pouvoir s'inſérer entr'elles, & que cét ébranlement demande un grand nombre de molécules de cette matiere ſubtile, une extrême agitation dans ces molécules, & un tems conſidérable.

C'eſt la raiſon pourquoi une piece de glace demeurera beaucoup plus long-tems à ſe fondre auprès du feu, & à une diſtance où l'on auroit peine à tenir la main, que dans l'eau tiéde, & même un peu froide. En effet les parties intégrantes de l'eau empruntant toute leur agitation de la matiere ſubtile, heurtent continuellement les parties de la glace, les ſéparent, &

s'y font un paſſage ; comme le choc des glaçons & des troncs d'arbres pouſſés par une riviere, abbatent un pont, d'ailleurs inébranlable à la ſeule impétuoſité de l'eau. L'action de l'air ſur la glace eſt fort inférieure à celle de l'eau, non-ſeulement parce que ſes petits flocons ſont ſept à huit cens fois plus légers qu'un pareil volume d'eau, mais encore parce qu'il affoiblit plus la matiere ſubtile à cet égard par ſes rameaux, qu'il ne lui aide par la groſſeur des particules qui le compoſent : car tout le reſte étant égal, un morceau de glace qui eſt ſix minutes vingt-quatre ſecondes à ſe dégeler dans l'air libre, ſe fond en quatre minutes dans la machine du vuide.

2. Il eſt prouvé par pluſieurs expériences, que la glace toute ſolide qu'elle eſt, s'évapore en plus grande quantité pendant une forte gelée, que ne fait l'eau dans un tems moyen entre le grand chaud & le grand froid ; ce qui paroît aſſez extraordinaire. Voici la raiſon qu'en donne l'Auteur. Il ſuppoſe que l'évaporation des liquides peu ſpiritueux vient principalement du choc de l'air contre leurs par-

ties extérieures, & que cette diſſipation ſe fait moins ſelon leur quantité, que ſuivant la grandeur des ſurfaces qu'ils préſentent à l'air. Or la glace ayant preſque toujours des rides, des inégalités & une boſſe ſur la ſuperficie, & de plus ſe détachant ordinairement des vaiſſeaux évaſés qui la contiennent, elle préſente plus de parties à l'air que n'en préſentoit l'eau dont elle eſt formée. A la vérité elle réſiſte davantage par ſa dureté au choc des particules de l'air; mais en récompenſe celles-ci en enlevent de plus groſſes piéces, tant parce que les molécules de la glace ſe trouvent fortement liées les unes avec les autres, que parce qu'elles ſont plus légeres qu'un pareil volume d'eau.

3. Si ce qu'on appelle proprement *dégel*, mérite quelque attention particuliere, c'eſt principalement par rapport à cette circonſtance, que le froid ſemble ſe redoubler lorſqu'il eſt près de finir; ce qui doit s'expliquer par les effets des ſels par rapport à l'eau & à la glace, & de la glace artificielle.

On a vû que les particules ſalines

répandues dans l'air pouvoient le réfroidir, & produire la congéllation des rivieres. Ici c'eſt tout le contraire; les ſels mêlés avec la glace la fondent très-promptement. Mêlés avec la glace, & appliqués autour d'une bouteille pleine d'eau, ils font geler cette eau; enfin étant mêlés avec l'eau, ils l'empêchent de ſe geler, & néanmoins ils la rendent plus froide. Comme c'eſt du premier de ces phénomenes que dépend l'explication de tous les autres, notre Auteur a eu ſoin de s'aſſurer du fait par des expériences très-exactes; d'où il réſulte que de quatre morceaux de glace parfaitement égaux, de même figure, & dont trois ſeulement étoient également enveloppés, le premier de ſel marin, le ſecond de ſel armoniac, & le troiſiéme de ſalpêtre, le premier morceau s'eſt toujours fondu en moins d'une heure, le ſecond cinq à ſix minutes après, le troiſiéme au bout de trois heures, & le quatriéme qui étoit de glace pure, a toujours duré plus de cinq heures & demie. L'accélération de la fonte de la glace par les ſels vient certainement de leurs corpucules poin-

rus, qui comme autant de coins écartent çà & là les parties intégrantes de l'eau glacée, ou du moins les ébranlent par leur choc en détruiſant la congruité, & font en un moment ce qu'une aſſez grande chaleur ne feroit qu'à la longue.

Pour expliquer maintenant la propriété qu'ont ces mêmes ſels, de procurer la congélation de l'eau enfermée dans une bouteille, lorſqu'étant mêlés avec de la glace ou de la neige, on les applique à l'entour, il faut ſuppoſer un fait averé par le raiſonnement & par l'expérience; ſçavoir que les ſels en faiſant fondre la glace, augmentent pour quelques minutes ſa froideur. Or cette augmentation de froid ne venant que de la diminution du mouvement & du reſſort de la matiere ſubtile contenue dans les pores de la glace, & que l'écartement ſubit des particules de celle-ci par les ſels oblige à dilater ſon reſſort, il eſt clair que la matiere ſubtile enfermée dans le liquide, & qui en fait toute la liquidité, le doit quitter, & ſe mettre

en partie à la place de celle qui ceſſe par ſon relâchement de lui réſiſter, ou de lui faire équilibre ; c'eſt-à-dire, que ce liquide doit ſe geler. Cette glace artificielle eſt en tout ſemblable à celle qui ſe fait naturellement par un froid très-vif & très-promt, à quelques petites différences près.

Par le même principe on peut expliquer, comment ſe forme très-promptement une croute de glace autour de la peau des fruits que l'on fait dégeler en les plongeant dans de l'eau médiocrement froide ; pourquoi le froid augmente conſidérablement dans le tems du dégel ; pourquoi la différente promptitude des congélations, ſelon les différens ſels qu'on y emploie, ne ſuit pas les différens dégrés de promptitude de la fonte de la glace par le moyen de ces ſels ; pourquoi la congélation artificielle eſt plus prompte, ſelon que le vaiſſeau environné de ſel & de glace eſt d'une matiere plus dure & moins pliante ; pourquoi le ſel armoniac & le nitre diſſous à froid dans en ſuffiſante quantité, la rafraichiſſent

fraîchissent extrêmement ; ensorte qu'elle peut servir, faute de glace, à rafraîchir une bouteille d'eau ou de vin; enfin pourquoi les sels entretiennent la liquidité de l'eau, & sont un obstacle à sa congélation, quoiqu'ils la refroidissent : autant de phénomenes qui peuvent s'expliquer par le principe que nous avons établi.

Dissertation par M. de Mairan, Journal des Sçavans, Mars 1719, page 145.

ARTICLE XXII.

Sur la formation de la Glace dans les grandes Rivieres.

LA congélation des rivieres ne commence pas par leur fond, comme quelques-uns l'ont penſé, mais par leur bord & par leur ſuperficie, comme on convient qu'il arrive aux étangs, & en général à toutes les eaux dormantes.

L'eau qui ſe durcit & ſe gele, ne reçoit un tel changement, que par le contact ou par l'approche de quelqu'autre corps dur ou fluide, dont le dégré de froideur ſurpaſſe celui qu'elle avoit actuellement, & va tout au moins juſqu'au froid de la congélation : ce ne peut donc être que par ſa ſuperficie, par ſa partie la plus expoſée à l'action de ce corps ou de ce fluide, de l'air, par exemple, que l'eau commence à ſe glacer ; & c'eſt auſſi ce que l'expérience confirme en général. Si dans un tems de gelée on

préſente à l'air froid un gobelet plein d'eau, on verra bientôt paroître à la ſuperficie de cette eau de petits filets de glace, qui venant à ſe multiplier & à ſe joindre bout à bout & latéralement, ou ſous une certaine inclinaiſon, y formeront d'abord une eſpece de réſeau, une pellicule, & enfin une larme ſenſible de glace plus ou moins épaiſſe, ſelon que le froid ſera plus ou moins grand. Et s'il étoit poſſible que ces premiers filets, ou ces glaçons naiſſans, ſe formaſſent au-deſſous de la ſuperficie de l'eau, ils y monteroient auſſi-tôt par leur légereté, puiſque la peſanteur ſpécifique de la glace eſt beaucoup moindre que celle de l'eau dans ſon état de liquidité; ainſi les premieres maſſes ſenſibles des glaçons qu'on y appercevroit, ſe trouveroient toujours à la ſuperficie. Les bords des rivieres doivent être glacés avant leur courant, non-ſeulement par cette raiſon, mais encore parce que l'eau y eſt plus tranquille, moins profonde, & plus près d'un terrein déja refroidi par l'air extérieur.

Par quelle circonſtance extraordi-

naire ces gros glaçons qu'on voit flotter au milieu des grandes rivieres, ſe ſeroient-ils donc formés au fond de l'eau, ou ſur le terrein qui eſt au-deſſous, avant que de monter à la ſuperficie ? La froideur de ce fond & de ce terrein n'étoit-elle pas avant la gelée moindre que celle de la congélation ? Le froid qui a dû d'abord ſe faire ſentir dans l'atmoſphere, n'a-t-il pas dû auſſi frapper la ſurface extérieure du liquide, avant que de pénétrer juſqu'à celle du fond, & juſqu'au terrein qui lui eſt contigu?

A une théorie ſi ſimple & ſi lumineuſe, on oppoſe l'expérience, ou pour parler plus exactement, le témoignage d'un nombre de gens fort peu en état de diſcerner & de conſtater l'expérience. Les Meûniers, les Pêcheurs, les Bateliers, &c. dépoſent unanimement que la glace ſe forme au fond des rivieres, & ſur le terrein de leur lit, plutôt qu'à la ſurface de l'eau; ils diſent en avoir vû monter les glaçons, ou les en avoir arrachés avec leurs crocs, s'ils n'aiment mieux attribuer cet effet au Soleil qui les détache, diſent-ils, du fond où ils s'é-

toient formés pendant la nuit, & les attire pendant le jour vers la ſuperficie. Quelques-uns diſent que l'on apperçoit ſouvent ſur un des côtés des glaçons flottans, des veſtiges non équivoques du terrein & du gravier ſur lequel ils ſe ſont formés; mais ces glaçons ne viendroient-ils pas des bords de la riviere, des iſles, des bancs de ſable, & des bas-fonds qu'elle rencontre dans ſon cours, & d'où ils auront été détachés & entraînés vers le courant? Ne faudra-t-il pas auſſi en attribuer un grand nombre aux ruiſſeaux & aux petites rivieres qui ſe jettent dans la grande, & qui par leur peu de largeur, & la proximité de leurs bords, n'en ſçauroient guéres fournir que de cette eſpece?

M. de Hales, de la Société Royale de Londres, dit formellement avoir vû en même-tems ſur une riviere, & la glace de la ſuperficie qui avoit un tiers de pouce d'épaiſſeur, & à travers celle-ci une autre glace adhérente au fond, laquelle étant rompue, ſe trouva de près d'un demi-pouce. Cette glace de deſſous ſe joi-

gnoit, ajoutoit-il, à celle de deſſus au bord de l'eau, & les deux lits de glace s'éloignoient de plus en plus l'un de l'autre, à meſure que l'eau devenoit plus profonde.

» Comme l'on n'a jamais vû, dit-il, » les étangs, les mares, & toutes les » eaux calmes commencer à ſe gla- » cer par le fond, il faut néceſſaire- » ment que le courant de l'eau en ſoit » la cauſe dans les rivieres : car il eſt » ſûr que dans les eaux calmes, auſſi- » bien que dans la terre, la ſurface eſt » bien plus froide que le deſſous, au » lieu que dans les eaux courantes, le » deſſus & le deſſous ſe mêlant en- » ſemble, deviennent à peu près auſſi » froids l'un que l'autre; & le deſſus » ayant toujours plus de vîteſſe que » le deſſous, & pas plus de froid, il » ne ſe glace que le dernier «.

Mais M. l'Abbé Nollet remarque d'abord, que les obſervations rapportées par M. Hales, ont été faites dans un endroit de la riviere qui ſert d'abrevoir, & où par conſéquent elle avoit peu de profondeur.

2°. Que la glace qu'il y a vûe n'ayant

qu'un tiers de pouce d'épaiſſeur, n'a pû lui permettre de marcher deſſus pour l'examiner plus avant.

3°. Que le témoignage des Pêcheurs eſt ſi ſouvent employé dans ce récit, qu'il eſt à craindre que M. Hales n'y ait mis trop de confiance.

Il convient qu'en général le deſſous de la glace qui ſe forme ſur les rivieres n'eſt pas uni, comme on le voit ordinairement à la glace des eaux dormantes; qu'il eſt moins compacte, & comme enduit d'une pouſſiere de petits glaçons plus ou moins grumelés, en cela aſſez ſemblable aux pierres qu'on tire de la carriere, & qui ſont couvertes de cette partie tendre qu'on nomme le *Bouſin*, comme les Bateliers appellent auſſi cette eſpece de glace; que de plus on y trouve ſouvent de la terre & mille petites ſaletés, telles qu'il peut y en avoir au fond des rivieres. Mais M. l'Abbé Nollet eſt bien éloigné de croire que ces glaçons ſe ſoient formés ſur ce fond & au-deſſous de l'eau, comme on le ſuppoſe, & qu'on les y ait vûs adhérens. Ce n'eſt pas qu'il n'ait pû arriver quelquefois à des Bateliers de

retirer de gros morceaux de glace avec leurs crocs à quelques pieds de profondeur auprès des bords des rivieres ; mais ce n'eſt ſans doute que parce qu'il arrive ſouvent, qu'après une gelée ſuivie d'un commencement de dégel, les rivieres viennent à groſſir & à ſe geler de nouveau, avant que la glace qui s'étoit formée la premiere fois à leurs bords ait fondu ou s'en ſoit détachée. Il n'en a pas fallu davantage pour faire croire à des gens ſans principes, qu'une pareille glace s'étoit formée au-deſſous de l'eau.

M. l'Abbé Nollet cherche enſuite la cauſe de cette différence que l'on remarque entre les glaçons des rivieres, & ceux des étangs & des eaux dormantes. Pendant la gelée de 1746 il fit ouvrir de la glace épaiſſe de pluſieurs pouces ſur la riviere de Seine, & en des endroits où l'eau avoit neuf à dix pieds de profondeur. Le glaçon enlevé, il vit contre ſon attente que le bouſin qui y étoit attaché, reſſembloit très-ſouvent à celui qu'il avoit obſervé plus près du rivage ; il y remarqua les mêmes ſaletés, & il s'ap-

perçut auſſi que la ſurface de l'eau en étoit couverte, quelque ſoin que l'on prît de les en ôter.

Le bouſin mêlé de toutes ces ſaletés monteroit-il ainſi du fond vers la ſuperficie, & ſeroit-ce par cette voie qu'il s'attacheroit à la partie inférieure des glaçons qu'il rencontre? Pour s'en éclaircir, M. l'Abbé Nollet fit venir un tonneau dont on ôta les deux fonds; il fit faire dans la glace un trou de même diametre, & il y plongea perpendiculairement le tonneau juſqu'aux trois quarts de ſa longueur : il forma de cette maniere une eſpece de puits, d'où l'on enleva bientôt tout le bouſin qui couvroit l'eau; après quoi il n'en vit plus, & il demeura convaincu que cette pouſſiere, ces débris, & pour ainſi dire ces gravais de glace, avec toutes les matieres étrangeres qui s'y attachent, obéiſſent au courant, ne ſe fixent point aux endroits où la gelée les fait naître, & ne venoient point du deſſous de l'eau.

D'où viennent-ils donc? ou plutôt quelle eſt la cauſe de leur formation? Il n'eſt pas mal-aiſé de l'imaginer. Une infinité de petits glaçons formés

ſur toute la ſuperficie de l'eau, & principalement vers ſes bords, ſont entraînés, choqués, briſés, attenués de toutes parts, & quelquefois arrondis par d'autres glaçons, & par le courant même, avant qu'ils ayent eu le tems de groſſir ou de s'unir. Pouſſés contre la ſurface inférieure des grandes pieces de glace, ou jettés au-deſſus par les vagues, les uns s'y attachent plutôt ou plus tard, ſelon que mille cas fortuits les y déterminent, tandis que les autres continuent de rouler avec le courant; enfin chargés de toutes les particules de matiere étrangere qu'ils portent avec eux, ou qu'ils rencontrent ſur leur chemin, de terre, de vaſe, d'écume, de paille, de brins d'herbe, ils forment au-deſſous, aux côtés, ou au-deſſus des gros glaçons, tantôt cette eſpece de duvet rare & ſpongieux qu'on y obſerve, tantôt cette ſuperficie apre & grumeleuſe qui n'y eſt pas moins ordinaire, & où l'on croiroit voir l'empreinte d'un terrein ſur lequel ils auroient pris naiſſance. Et il ne faut pas douter que parmi tous ces glaçons qui couvrent les ri-

vieres pendant les fortes gelées, il ne s'en trouve pluſieurs où cette apparence d'empreinte n'eſt pas trompeuſe, & qui retiennent même des fragmens de la rive dont ils ſe ſont détachés; mais ceux-ci, ſelon M. l'Abbé Nollet, ſont en très-petit nombre. En un mot, on n'a nullement beſoin de recourir à la prétendue congélation du fond de l'eau, pour expliquer les différences qui caractériſent les glaçons des grandes rivieres comparés à ceux des eaux dormantes; & c'en eſt aſſez pour ôter toute ſa force au grand argument de l'opinion vulgaire.

Mais en admettant toutes ces explications comme vrai-ſemblables, & même ſuffiſantes, ne pourroit-on pas demander encore s'il eſt bien prouvé, que le lit des rivieres en un tems de gelée ne ſe refroidiſſe pas plutôt que la ſurface extérieure de l'eau ou du terrein expoſé à l'air? Car enfin il y a une chaleur centrale ou ſouterraine, quelle qu'en ſoit la cauſe, dont les effets ne ſont pas douteux, & dont la température actuelle de l'atmoſphere participe infiniment, ou n'eſt en

grande partie que le réſultat, conjointement avec ce qu'il faut en attribuer aux cauſes générales & particulieres de la viciſſitude des ſaiſons. Cette chaleur qui varie ſans ceſſe auprès de la ſurface de la terre, mais dont la privation totale ne feroit du globe terreſtre qu'une maſſe de glace, interceptée ou diminuée par des circonſtances que nous ignorons, & qui entrent peut-être beaucoup dans la cauſe de la gelée, ne donneroit-elle pas occaſion à un plus prompt refroidiſſement du fond du lit des rivieres, & de l'eau qui en approche; par cela même qu'il eſt plus profond & à couvert de l'air extérieur, qui n'en a pas encore ſenti la diminution? J'avoue qu'il n'y a pas grande apparence à cette conjecture, & que d'autres effets, tels, par exemple, que celui de la glace, qu'on ne trouve jamais au-delà de quelques pieds ſous terre, s'oppoſent manifeſtement au ſujet de doute qu'on en pourroit tirer dans la queſtion préſente. Ne négligeons point cependant de diſſiper ce doute par l'inſpection même du fait.

M. l'Abbé Nollet a plongé pluſieurs fois, & en différentes années, des Thermometres au fond de la riviere, ſoit au commencement de la gelée, ſoit lorſque la glace de la ſuperficie avoit deux, trois, ſix & juſqu'à huit pouces d'épaiſſeur ; & il n'a jamais trouvé l'eau de ce fond au degré de froid néceſſaire pour la convertir en glace : il eſt vrai qu'elle en a quelquefois approché ; mais ce n'a été qu'après pluſieurs jours d'une forte gelée, & nullement lorſque la glace de la ſuperficie n'avoit que trois quarts de pouce d'épaiſſeur, encore moins lorſqu'elle n'étoit que d'un tiers de pouce, qui eſt le cas où M. Hales ſuppoſe qu'il s'en ſoit formé un demi-pouce ſur le fond même.

Hiſtoire de l'Académie Royale des Sciences pour l'année 1743. page 8.

Maniere de conſerver la Glace & la Neige, par M. W. Ball.

A Livourne en Italie, on conſtruit communément les magazins de neige & de glace ſur le côté d'une montagne eſcarpée; ce n'eſt à proprement parler qu'un trou pratiqué dans la terre, au fond duquel on ménage un paſſage pour écouler l'eau, qui ſans cette précaution y ſéjourneroit, & feroit fondre la neige & la glace. On couvre ce magazin de paille, dans la forme d'un couvercle de caſſerolle, pour empêcher la pluie de pouvoir y pénétrer. On remplit entierement ce trou de neige ou de glace, qui doit provenir d'une eau très-pure, pour être mêlée avec le vin; mais auparavant on garnit bien le fond avec un lit de paille, & je crois que c'eſt de la paille d'orge que l'on prend pour cela. Enſuite à meſure qu'on y met la glace, ou qu'on y entaſſe la neige, on a ſoin d'en bien garnir les côtés avec

de la même paille, & on s'en ſert auſſi pour recouvrir le tout. On a remarqué que dans l'eſpace de ſix mois, cette neige ou cette glace ne perd pas la huitiéme partie de ſon poids. Toutes les fois qu'on en retire de ce trou pour la mettre à l'air, il faut avoir attention de bien l'envelopper de cette paille; & elle ſe conſerve très-bien.

L'autre méthode uſitée en Italie & ailleurs pour conſerver la neige ou la glace, eſt de la tenir enveloppée dans de la paille ou des roſeaux.

ARTICLE XXIII.

Eclairciſſemens ſur les Congélations artificielles.

MAlgré le grand nombre d'expériences faites juſqu'à préſent ſur les congélations artificielles, on peut dire que la matiere n'eſt encore qu'ébauchée, puiſque les expériences les plus ſimples, qui ſont pourtant les fondamentales, nous manquent encore, d'autres plus recherchées les ayant fait négliger.

Il s'en faut de beaucoup, *dit M. de Réaumur*, que le ſalpêtre, regardé vulgairement comme le ſel le plus propre aux congélations artificielles, mérite cette qualification, puiſque ſuivant les expériences faites par notre Auteur, le ſalpêtre le plus rafiné mis en œuvre dans cette opération, ne fait deſcendre le Thermometre qu'à trois dégrés & demi au-deſſous du point fixe, qui eſt toujours celui de la congélation ſuperficielle de l'eau, au-

au-deſſous duquel tous les autres marquent un plus grand froid; au lieu que moins rafiné, il le fait deſcendre plus bas. C'eſt effet n'eſt cauſé que par la partie qui rend alors ce ſalpêtre moins pur, & qui n'eſt autre que le ſel marin qu'on lui enleve par les trois caves qu'on lui donne pour le purifier. Cela eſt ſi vrai, que dans des jours très-chauds, deux parties de ſel marin mêlées par l'Obſervateur avec partie de glace pilée, ont fait deſcendre de 15 dégrés le Thermometre, qui pendant l'Hiver de 1709, n'auroit pas été plus bas que 14 dégrés & un quart, comme il eſt facile d'en juger en le comparant avec ceux qui étoient alors à l'Obſervatoire.

Il ſuit de-là que plus ce ſalpêtre fera baiſſer le Thermometre, moins il ſera pur, & plus il ſera chargé de ſel marin; enſorte que le meilleur ne donnera que trois dégrés & demi de froid, & que les autres plus mauvais en donneront toujours davantage. On n'auroit pas deviné que la vertu de cauſer une grande inflammation tant recherchée dans le ſalpêtre, pût être ſûrement indiquée par ſa vertu refroi-

diſſante. Or comme la poudre à canon n'eſt preſque que du ſalpêtre, elle pourroit fort bien être miſe à cette épreuve préférablement à toutes les autres. Il réſulte des expériences de l'Auteur, que nul ſel commun ou moyen, nul alkali n'égale le ſel marin pour la faculté de congeler, & qu'on pourroit dreſſer des tables, où le dégré du plus grand froid que puiſſe cauſer chaque ſel, lui ſeroit aſſigné.

M. de Reaumur nous donne enſuite des obſervations intéreſſantes ſur l'art de faire des glaces. Il n'y eſt nullement queſtion de produire le plus grand froid; & l'on n'y voit au contraire que de légeres glaces ſur des *neiges* : c'eſt à quoi convient ſi bien le ſalpêtre, & ſurtout le plus mauvais, comme étant le plus efficace en moindre doſe, & en même-tems le moins cher. Notre Académicien fournit pour cet uſage des matieres encore à meilleur marché; ſçavoir, la ſoude d'Alicante, & la cendre de bois neuf. Au ſurplus il paroît par toutes les expériences faites juſqu'à préſent, que ſi le mélange d'une matiere quelconque avec la glace pilée produit un

plus grand froid, c'eſt uniquement parce que ce mélange fait fondre la glace ; faute de quoi cette augmentation de froid n'arriveroit nullement.

Les liqueurs ſpiritueuſes & ſalines ont plus de vertu par rapport aux congélations artificielles, que les ſels ou concrets ou alkalis de l'eſprit de nitre refroidi juſqu'au point de la congélation du Thermometre, & verſé ſur le double de ſon poids de glace pilée, fait deſcendre très-promptement le Thermometre juſqu'à 17. degrés, c'eſt-à-dire, quatre dégrés plus bas que ne fait le ſel marin, le plus efficace des ſels. Pour donner à l'eſprit de nitre & à la glace pilée un plus grand froid que celui de la congélation, il ne faut qu'environner ces deux matieres de glace mêlée avec du ſel marin ; & ſi on les éprouve ainſi préparées, on trouve qu'elles ont un froid d'environ 24 dégrés, & qui par conſéquent eſt à celui de 1709, comme 12 à 7.

Si l'on refroidit le mêlange encore davantage, on produira de plus grands dégrés de froid, leſquels cependant iront toujours en décroiſſant. Mais ce ſel marin ſi ſupérieur au ſalpêtre dans le

cas dont il s'agit, ne communique pas cette ſupériorité à ſon eſprit, fort inférieur à celui de nitre. C'eſt encore une biſarrerie de même eſpece que le froid cauſé par l'eſprit de vin, qui ſemble n'être qu'un feu liquide, & qui employé préciſément comme l'eſprit de nitre, en égale preſque la force pour la congélation artificielle.

Comme elle n'arrive qu'au moment que le mélange fait fondre la glace, il s'enſuit, 1°. Que dans chaque opération, ce moment eſt celui du plus grand froid; 2°. Que plus la fonte de la glace ſera prompte, plus le froid ſera grand; ce qui feroit ſouhaiter, que cette fonte pût être inſtantanée. Mais toujours ſera-t-elle d'autant plus prompte, que la glace & le ſel ſeront plus atténués; d'où n'aît une regle à peu près pour déterminer la doſe du ſel relativement à la glace, & cette doſe doit être conſidérablement plus forte, que la quantité de chaque ſel qui peut être fondue par une certaine quantité d'eau. La meilleure doſe pour le ſel marin une fois trouvée, ſera connoître celle des autres ſels diſ-

ſolubles à l'eau en moindre ou en plus grande quantité.

Les liqueurs capables, comme les ſels, de produire du froid, exercent leur action avec plus de facilité que les ſels; elles pénetrent la glace en un inſtant, & l'attaquent vivement de toutes parts. Il eſt ſeulement néceſſaire pour cette production du froid, que ces liqueurs ſe mêlent intimément avec la glace fondue, faute de quoi les liqueurs huileuſes en fondant la glace, ne feront naître aucun froid nouveau.

Notre Auteur, après pluſieurs expériences qu'il a faites pour apprendre quel dégré de froid eſt néceſſaire pour tuer certains inſectes, en gelant les liqueurs qui ſont leur vie, a trouvé quelques eſpeces de chenilles qui gelent à 7 ou 8 dégrés du froid, & d'autres beaucoup plus petites & très-délicates en apparence, qui en ſoutiennent ſans ſe geler 17 dégrés, ou 3 degrés de plus que le froid de 1709; & par malheur ces dernieres ſont les plus communes, & cauſent le plus de ravage. On ne doit donc pas ſe conſoler de la rigueur d'aucun Hiver par l'eſpé-

rance qu'il exterminera ces chenilles. Cependant le ſang de ces petits animaux, qui n'eſt en apparence qu'une liqueur aqueuſe, devroit être fort ſuſceptible de congélation; au lieu que celui des grands animaux qui le paroît bien moins, l'eſt réellement beaucoup plus : ce ſont-là des faits, mais dont la cauſe ne paroît pas facile à expliquer.

Par M. de Reaumur, Journal des Sçavans, Mars 1738. pag. 147.

ARTICLE XXIV.

Obſervations phyſiques ſur la nature, l'uſage & les propiétés des cinq Sens.

L'Œil étant d'une délicateſſe extrême, eſt à couvert de pluſieurs accidens par le mouvement rapide de la paupiere, qui en le couvrant auſſi pendant le ſommeil, le fait repoſer de ſes fatigues. Un petit cartilage en forme d'arc borde les paupieres, afin qu'elles s'ajuſtent mieux ſur l'œil: pour que l'air ne ſeche pas trop la membrane extérieure de l'œil, il y a quelques glandes qui y verſent toujours une liqueur, laquelle, pour éviter que l'œil ne paroiſſe couvert de larmes, ſe décharge dans les narines. Il faudroit tourner à tout moment la tête pour voir les différens objets, ſi par pluſieurs muſcles l'œil ne pouvoit pas ſe tourner avec une rapidité prodigieuſe; à quoi ne contribue pas peu la rondeur de l'œil même, qui eſt pla-

cé dans une cavité ronde, & dont le fond eſt entouré de graiſſe. Pour donner une idée de ce qu'il y a de merveilleux dans l'œil même, il faut de néceſſité poſer quelques regles d'Optique.

La lumiere qui part d'un corps lumineux venant à frapper un point d'un objet, en eſt réfléchie de tous côtés ; & ces rayons de lumiere qui forment comme une Sphére, s'éloignent les uns des autres à proportion de l'eſpace qu'ils parcourent : c'eſt ce qu'on nomme rayons divergens : par là chaque point d'un corps eſt viſible à un œil qui ſe trouve dans cette ſphére. Mais les rayons qui partent de chaque point, couvrent toute la prunelle, qui eſt l'ouverture par où la lumiere entre dans l'œil, où ces rayons mêlés ne peuvent produire que de la confuſion.

On ſçait d'ailleurs que pour la viſion, il faut que tous les rayons qui partent d'un même point d'un objet, ſe réuniſſent dans un même point ſur le fond de l'œil, pour y former une repréſentation éxacte des objets que l'on voit. Pour parvenir à ce but, le

ſage

ſage Auteur de la Nature a aſſujetti la lumiere aux loix de la réfraction.

Par ces loix, un rayon qui paſſe d'une matiere tranſparente dans une autre, s'il tombe obliquement ſur la ſurface qui ſépare ces deux matieres, ſe rompt, & s'écarte de ſa route ſi ces matieres ne ſont pas également ſubtiles ; s'il paſſe de la plus ſubtile ou plus rare, dans la plus groſſiere ou plus denſe, il s'approche de la perpendiculaire, qui dans le point où le rayon paſſe d'une matiere à l'autre, tombe ſur la ſurface qui ſépare ces matieres. Le contraire arrive quand la lumiere paſſe d'une matiere plus épaiſſe dans une plus ſubtile, qu'on appelle paſſer d'un *milieu denſe* dans un plus *rare*.

La ſuite de ces loix ſont, que des rayons divergens tombant ſur une ſuperficie convexe d'un milieu plus denſe, deviennent *convergens*, c'eſt-à-dire tendants à un même point, ou du moins ils deviennent moins *divergens*. La même choſe arrive, quand les rayons tombent ſur une ſuperficie concave d'un milieu plus rare ; & dans les deux cas, les rayons *convergens* de-

viennent plus *convergens*, c'eſt-à-dire tendans à un point plus proche.

Par ce qu'on vient de dire, on rend raiſon de ce qui arrive dans une chambre obſcurcie, à laquelle on laiſſe un petit trou d'un côté dans lequel on met une loupe de verre. Les rayons qui, partant d'un même point d'un objet, couvrent toute la ſuperficie convexe du verre, paſſant de l'air dans le verre qui eſt plus groſſier, ſe rompent & tendent à ſe réunir: tombant de là du côté concave ſur la ſuperficie qui de l'autre côté ſépare le verre de l'air, ils ſont rompus de nouveau, & viennent ſe réunir dans un point plus voiſin. Ceci arrive à l'égard des rayons qui viennent de chaque point de l'objet; & ſi l'on met une feuille de papier, ou quelqu'autre choſe de blanc dans l'endroit où ſe fait cette réunion, on y verra l'objet renverſé, peint fort diſtinctement avec toutes ſes couleurs.

La conſtitution de l'œil eſt entierement propre à mettre à profit ces mêmes loix de la lumiere. Il a les mêmes propriétés qu'une chambre obſcure. Pour en être perſuadé, on n'a qu'à ôter la chair & la graiſſe de

l'œil d'un veau fraîchement tué ; que par derriere on faſſe dans la membrane extérieure une ouverture ronde de la largeur d'un doigt ; qu'enſuite on mette devant cet œil une chandelle, & que d'ailleurs la chambre ſoit obſcure : l'on verra par l'ouverture mentionnée : la peinture renverſée de la chandelle ; cette peinture deviendra plus grande ou plus petite, à meſure que la chandelle s'en approche ou s'en éloigne.

Pour que les rayons paſſent juſqu'au fond de l'œil, il faut que les membranes en ſoient tranſparentes ; ce que les autres membranes du corps ne ſont pas.

Celle qui entoure l'œil entierement, n'eſt tranſparente que dans la partie où elle doit recevoir la lumiere ; & cette partie tranſparente eſt appellée *Cornée*, à cauſe de ſa reſſemblance avec de la corne extrêmement claire. Si après avoir paſſé par la *cornée*, les rayons entroient de nouveau dans de l'air, ils ne s'uniroient pas dans un point ſur le fond de l'œil ; c'eſt pour cette raiſon qu'ils ſont obligés à une réfraction nouvelle en entrant dans

une liqueur claire & tranſparente comme de l'eau, plus groſſiere que l'air, & placée d'une maniere convexe.

Cette réfraction ne ſuffit pas encore; elle n'aſſembleroit les rayons que bien loin derriere le fond de l'œil : c'eſt pour cette raiſon qu'après l'humeur aqueuſe on trouve la cryſtalline qui, tranſparente & convexe comme l'autre, eſt plus groſſiere, & qui par conſéquent force les rayons à s'approcher davantage ; encore ne ſe raſſembleroient-ils pas par ce moyen dans un point ſur le fond de l'œil, & par conſéquent ils y peindroient les objets avec confuſion, comme il arrive quand dans une chambre obſcure on approche trop le papier du côté du verre par où les rayons paſſent.

Pour prévenir cette confuſion dans la vûe, les rayons ſont obligés à une réfraction nouvelle, en tombant ſur la ſuperficie concave qui ſépare le *criſtallin* de *l'humeur vitrée*, qui, ſemblable à du verre fondu, ou ſuivant d'autres, à du blanc d'œuf, eſt plus ſubtile que la cryſtalline. Cette derniere humeur eſt fort convexe du côté de l'humeur vitrée & du fond de l'œil ; ce

qui rend d'autant plus concave la ſuperficie ſur laquelle tombent les rayons qui viennent de l'autre côté, & qui ſont déjà entrés dans le cryſtallin. C'eſt par tant de réfractions que les rayons *divergens*, venant d'un même point, ſe réuniſſent enfin dans un point ſur le fond de l'œil.

Malgré cette conſtitution merveilleuſe d'un organe ſi utile, nous ne pourrions voir les objets que d'une certaine diſtance déterminée, ſi par le moyen de ſix muſcles l'œil ne pouvoit ſe rendre plus ou moins convexe. L'expérience fait voir que les rayons paſſant par un verre plus plat, ſe rejoignent plus loin du verre que ceux qui paſſent par un verre plus convexe. Paſſons à l'ouïe qui ne nous fournit pas moins de merveilles à admirer.

Le ſon ou l'air ému s'étant aſſemblé dans la premiere cavité de l'oreille, ne parvient à la membrane du tambour, qu'après avoir paſſé par un tuyau qui augmente la force du ſon, comme on le voit arriver dans une trompette parlante & dans une petite corne, qui appliquée aux oreilles des ſourds, facilite leur ouïe.

L'air frappant la membrane du tambour, & la faiſant trembler, elle communique ce tremblement à quatre petits os qui la touchent, & à un petit nerf qui la traverſe, à peu près comme la corde qui eſt au-deſſous d'un tambour militaire. Par le tremblement de ces petites parties, & par celui de l'air qui eſt dans la cavité du tambour, le ſon ſe communique au labyrinte, & du labyrinte au nerf auditif.

Les petits os qui ſervent à l'ouïe, ſont également grands dans les enfans nouveaux nés & dans les perſonnes âgées, afin que cet organe oſſeux ſoit de la même maniere dans les uns & dans les autres. Mais comme il y a dans cet organe des parties qui ſont entierement ſemblables dans tous les âges, parceque l'utilité le demandoit, il y en a auſſi d'autres qui pour la même raiſon varient dans les différens âges. Dans les perſonnes d'âge le tuyau de l'oreille eſt ouvert, & la membrane du tambour eſt ſéche & étendue. Dans les enfans nouveaux nés ce tuyau eſt étroit & fermé de quelque matiere, afin qu'avant leur naiſſance

l'humeur dans laquelle ils nagent, touchant à la membrane du tambour, ne la relâche pas, & ne la rende pas inutile. Peu de jours après qu'ils ſont nés cette matiere ſe détache d'elle-même peu à peu, afin qu'ils s'accoutument inſenſiblement à l'ouïe des ſons.

Les ſentimens ont été partagés ſur la cauſe du goût; les uns l'ont trouvée dans la membrane de la langue, les autres dans les nerfs qui y ſont répandus. *Malpighius*, ſuivi en cela de preſque tous les Modernes, l'attribue à des éminences qu'on nomme *papillaires*, placées non-ſeulement à la ſurface de la langue, mais encore dans le palais. On a beau avoir fait cette découverte, & connoître très-exactement ces inſtrumens du goût, il eſt certain qu'on ne tireroit jamais de là une idée de la maniere dont on eſt affecté par le goût; preuve évidente que c'eſt non-ſeulement un être ſage, mais d'une ſageſſe fort ſupérieure à la nôtre, qui a fait ces organes merveilleux. Paſſons à l'odorat.

Quoique l'os du front ſoit d'une dureté extrême, les nerfs de l'odorat ſe

ſubdiviſant en pluſieurs petits rameaux, paſſent par une partie de l'os percée de pluſieurs petits trous comme un tamis. Une chair papillaire couvre & bouche ces petits trous; & c'eſt vrai-ſemblablement ſur les rameaux de ces nerfs, & ſur cette chair papillaire, que les particules qui ſortent des corps odoriférans font l'effet qu'on nomme odorat.

Que les inſtrumens de l'odorat ſoient ſitués dans les parties ſupérieures du nés, cela paroît en ce que pour ſentir, on a beſoin de quelque reſpiration, qui force l'air mêlé des parties odoriférantes à entrer dans la cavité du nés, lequel ne pouvoit jamais être placé d'une maniere plus avantageuſe, que dans l'endroit où l'air paſſe continuellement. Ce nés eſt large par en bas, pour contenir un plus grand nombre de parties odoriférantes, & plus étroit par en haut, afin que ces parties plus ſerrées affectent plus fortement les organes de l'odorat.

Un autre ſens plus général que les autres, c'eſt le *tact*, qui eſt la fa-

culté de découvrir par l'attouchement l'inégalité des corps, leur fluidité, leur ſolidité, &c. Cette faculté eſt placée dans la peau, plus expoſée aux attouchemens que les autres parties du corps. Elle a pour ſiege des *mammelons* ſemblables à ceux de la langue, qui s'élevant ſur la ſurface de la peau, comme de petites éminences pyramidales, s'étendent juſqu'à la ſurpeau qu'on nomme *Epiderme*. Il eſt d'autant plus évident que le *Tact* réſide dans ces petites éminences, que les bouts des doigts & la paume de la main, qui ſervent le plus à diſtingner les objets, ont un nombre beaucoup plus grand de ces petits *mammelons*, que le reſte du corps.

Par M. de Nieuwentyt, Journal de la Haye pour l'année 1716. premiere partie, page 178.

ARTICLE XXV.

Exposition d'un Système singulier sur la Vision.

A Proprement parler, l'objet de la vûe est uniquement la lumiere & les couleurs. Avec de simples couleurs, un Peintre peut nous représenter tous les objets visibles. Nous ne voyons donc lorsque nous jettons les yeux sur ce vaste Univers, que ce que nous voyons quand nous regardons des Tableaux, c'est-à-dire, des couleurs. Telle est la destination du sens de la vûe; mais par une espece de surérogation, on le fait servir à juger de la distance, de la grandeur, & de la situation des corps.

On juge, dit-on, de la distance par la grandeur de l'angle compris entre les deux axes optiques, qui traversant les deux yeux par le milieu, vont aboutir à un même objet. Si cet angle est fort grand, nous voyons l'objet

fort proche ; s'il eſt fort petit, l'objet nous paroît fort éloigné. Ajoutez encore la divergence des rayons qui tombent ſur la prunelle, divergence qui eſt d'autant plus grande, que l'objet eſt plus près de l'œil.

Le célebre *Berkkelay*, Auteur du Syſtême que nous allons expoſer, rejette cette opinion ; 1°. Parce que certainement l'ame ne s'apperçoit pas de la grandeur de cet angle, & de la divergence des rayons. En vain, dit-il, tous les Mathématiciens du monde m'aſſureroient-ils que je connois certaines lignes & certains angles, qui portent dans mon eſprit l'idée de la diſtance des objets ; ils ne me perſuaderont pas tant que je me ſerai témoin à moi-même que je n'ai aucune idée de ces choſes. 2°. Parce que ces lignes & ces angles n'ont aucune exiſtence réelle, mais ne ſont qu'une ſimple ſuppoſition des Géometres, par eux introduite dans l'Optique, pour avoir lieu d'appliquer leurs principes à cette ſcience. 3°. Parce que tous ces principes, quand on en accorderoit la réalité, ne ſuffiroient pas pour expli-

quer tous les cas, & en particulier, le ſuivant.

Si nous jugeons que les objets ſont d'autant plus éloignés, que les rayons qui tombent ſur la prunelle ſont moins divergens, ou que l'angle des axes optiques eſt plus petit, quand ces rayons ou ces axes ſeront infiniment peu divergens, c'eſt-à-dire paralleles, nous jugerons l'objet infiniment éloigné, ou du moins à une diſtance qui n'a plus de proportion ſenſible avec la grandeur de notre prunelle, ou l'eſpace entre les deux yeux. Mais à quelle diſtance jugerons-nous l'objet ſi ces rayons ſont convergens; ce qu'on peut faire par le moyen des verres convexes ou des miroirs concaves? Les croirons-nous plus qu'infiniment éloignés? Cela ſeroit abſurde; & d'ailleurs l'expérience témoigne qu'alors l'œil juge l'objet très-proche, & d'autant plus proche, qu'il eſt réellement plus éloigné, & que les rayons tombent ſur l'œil plus convergens.

L'ame, ſelon l'Auteur cité, ſe ſert d'autres moyens pour connoître la diſtance des objets. Il met au pre-

mier rang la diſpoſition des yeux, qui tournés tous les deux vers le même objet, laiſſent entre les deux prunelles un intervalle d'autant plus petit, que l'objet eſt plus proche. Cette poſition des yeux eſt connue de l'ame, qui s'apperçoit de tous les mouvemens volontaires de ſon corps. 2. Le ſecond moyen eſt la confuſion de la peinture de l'objet. Un œil bien fait réunit exactement ſur la rétine les rayons paralleles ou peu divergens, qui tracent ainſi au fond de l'œil une image diſtincte des objets éloignés. Mais plus l'objet s'approche, & moins exacte eſt la réunion des rayons qu'il envoye, plus eſt confuſe l'image qui s'en peint ſur la rétine. 3. L'œil n'eſt pas inflexible; il peut changer ſa figure, enſorte que l'image qui ſans cela eût été confuſe, devient diſtincte: c'eſt par cet artifice admirable que nous pouvons voir aſſez diſtinctement les objets proches, auſſi-bien que les objets éloignés; & ce changement de figure de l'œil ſenſible à l'ame, & proportionné à la diſtance de l'objet, eſt le troiſiéme moyen que l'ame employe pour juger de la diſ-

tance. L'ame ne fait pas attention distinctement à ces trois choſes ou à ces trois moyens, pour en conclure par un raiſonnement formel, que l'objet eſt à tel ou tel éloignement; mais elle en juge uniquement par habitude, fondée ſur une expérience conſtante & uniforme, qui lui apprend que telle diſpoſition des yeux, & tel dégré de diſtance dans la peinture, eſt ordinairement jointe avec telle diſtance de l'objet.

La confuſion de la peinture au fond de l'œil peut venir de deux cauſes: ou de ce que les rayons qui partent d'un ſeul point de l'objet, tombant trop divergens ſur la cornée, ne peuvent pas être aſſez rompus par les humeurs de l'œil, pour ſe réunir en un ſeul point ſur la rétine, mais y font une tache, là où ils ne devroient peindre qu'un point; c'eſt là le cas des objets vûs de trop près; ou bien auſſi de ce que les rayons tombent convergens ſur la cornée, & ſe réuniſſent avant que d'atteindre la rétine. Car ſe croiſant en ce point de réunion, ils ſont au-delà divergens, tombent ſur divers points de la rétine, & y peignent une tache au lieu d'un point, tout comme

dans le cas précédent. Ils produiſent par conſéquent la même ſenſation. Mais ce dernier cas n'étant pas poſſible dans la viſion directe, c'eſt-à-dire, quand on n'employe ni miroir, ni lunettes, l'ame eſt accoutumée à joindre l'idée de la confuſion de l'image avec celle de la proximité de l'objet : ainſi quand ce cas arrive, l'ame ne conſidérant point que cette confuſion de l'image vient d'une cauſe différente, juge à ſon ordinaire que l'objet eſt trop proche de l'œil ; & comme dans la viſion directe l'objet eſt peint d'autant plus confuſément qu'il eſt plus proche, l'ame attache conſtamment l'idée d'une moindre diſtance avec celle d'une plus grande confuſion : par conſéquent quand on voit un objet à travers un verre convexe, on le juge d'autant plus proche qu'il eſt plus éloigné, parce que plus il s'éloigne, plus l'image en eſt confuſe, juſqu'à ce qu'à une certaine diſtance elle devient ſi confuſe, qu'on ne ſçait plus ce qu'on voit.

Il s'enſuit de ces principes, que l'objet immédiat de la vûe n'eſt qu'une idée, qui n'eſt pas hors de l'eſprit,

Car cet objet immédiat, comme nous l'avons dit d'abord, n'eſt que la lumiere & les couleurs, que tout le monde convient à préſent n'être que des ſenſations. Il en de même de l'étendue, telle que nous l'appercevons par le moyen des yeux : elle eſt vûe au même lieu que les couleurs, elle leur eſt intimément jointe, & notre eſprit même ne peut l'en ſéparer, & concevoir une couleur ſans étendue ; donc cette étendue viſible n'a point d'autre exiſtence que les couleurs, elle n'eſt rien non plus qu'elles hors de l'eſprit.

Pour rendre cela plus ſenſible, on demande de quelle Lune on parle, quand on dit que la Lune eſt éloignée de nous de ſoixante demi-diametres de la terre. Il eſt manifeſte que ce n'eſt pas de la Lune viſible, qui n'eſt qu'un petit diſque rond, lumineux, d'environ trente minutes de diametre. Car ſi je m'avance vers la Lune, quand j'aurai fait le chemin de ſoixante demi-diametres de la terre, je ſerai bien éloigné d'être proche d'un tel diſque lumineux ; il y aura long-tems qu'un tel objet ſera évanoui. Ce n'eſt donc

pas

pas la Lune viſible qui eſt à cette diſtance de nous ; c'eſt la Lune *tangible* ou maniable, la Lune telle que nous la feroit connoître le ſens du toucher : ainſi quand on dit qu'on voit un objet à une certaine diſtance, on ne veut dire autre choſe, ſinon que la vûe apprend, qu'après avoir fait un certain chemin, on viendra à recevoir par le ſens de l'attouchement une certaine idée, qui eſt conſtamment liée avec l'idée viſible de cet objet. Mais dans le fond, la liaiſon de ces deux idées n'eſt pas néceſſaire. Les Tableaux & les Miroirs ſuffiſent pour en convaincre.

Il eſt vrai qu'une longue habitude nous a accoutumés à joindre ſi intimément les deux idées que nous recevons d'un objet par le moyen de ces deux ſens, la vûe & le toucher, qu'il eſt difficile de ne les pas confondre. Ce qui contribue encore à nous faire prendre l'une pour l'autre, c'eſt que ſi l'on dit que l'étendue ou que la figure viſible eſt différente de l'étendue, ou de la ligne maniable, il ſemble qu'il en ſuivroit de cette abſurdité, qu'une

ſeule & même choſe auroit deux ou pluſieurs étendues, deux ou pluſieurs figures. Mais ſi l'on y fait mieux attention, on verra qu'on ne peut conclure autre choſe, ſinon que l'objet de la vûe & celui du toucher ſont deux choſes différentes, quoique déſignées dans toutes les langues par le même nom.

Ainſi pour éviter tout équivoque, il faut dire qu'il y a deux ſortes d'objets que la vûe nous fait connoître; les uns immédiatement, & les autres par le moyen des premiers. Les objets propres de la vûe ne ſont point hors de notre eſprit, ni éloignés: la perception en peut être plus grande, plus petite, plus diſtincte, plus confuſe, plus claire, plus obſcure, plus forte, plus foible; mais nous ne pouvons ni nous en approcher, ni nous en éloigner. Quand nous diſons qu'ils ſont à quelque diſtance de nous, nous parlons des objets de la ſeconde ſorte, qui ſont les objets maniables, qui n'ont rien de commun que le nom avec les objets viſibles, quelque peine qu'un long préjugé, enraciné dès l'enfance

dans notre eſprit, nous donne à les diſtinguer.

Le jugement que nous faiſons de la grandeur des objets, eſt ſemblable à celui que nous faiſons de leur diſtance. Les Mathématiciens veulent que l'ame en juge par la grandeur de l'angle viſuel comparée avec la diſtance : ſuppoſition fauſſe, ſelon notre Auteur, puiſque chacun peut s'aſſurer par ſa propre expérience, qu'il ne penſe à rien moins qu'à cet angle viſuel quand il apperçoit la grandeur d'un objet. La grandeur eſt vûe auſſi immédiatement que la diſtance, ſans que l'une ſerve de principe dans un raiſonnement dont l'autre eſt la concluſion.

Pour éclaircir tout cela, il faut en revenir à la diſtinction des objets viſibles & maniables. Selon la différence de ces deux ſens, il y a auſſi deux ſortes de grandeurs, qui l'une & l'autre ſont compoſées de points en nombre fini. Quoi qu'on puiſſe dire de l'étendue abſtraite, il eſt certain que l'étendue ſenſible n'eſt pas diviſible à l'infini : il y a un *minimum tangibile*, & un *minimum viſibile*, au-deſſous duquel

les objets ceſſent d'être ſenſibles. Les objets les plus petits qu'on puiſſe voir ou toucher, ſont le point viſible, & le point maniable. Nos ſens n'y découvrent aucune partie ; la grandeur, ſoit viſible, ſoit maniable d'un objet, eſt le nombre des points viſibles ou maniables qui le compoſent. Il y a cette différence entre ces deux grandeurs, que la grandeur maniable eſt conſtante, au lieu que la viſible varie inceſſamment, ſelon la diſtance où nous ſommes de l'objet.

Les meſures par leſquelles nous déterminons la grandeur des objets, les pieds, les pouces, &c. ne ſont pas des grandeurs viſibles, mais maniables : car un pouce viſible couvrira & conviendra entierement avec un pied viſible placé à une diſtance douze fois plus grande de l'œil, & paroîtra égal à une toiſe viſible placée ſoixante-douze fois plus loin ; au lieu qu'un pied maniable eſt toujours douze fois plus grand qu'un pouce maniable.

A proprement parler, la vûe n'eſt qu'une eſpece de toucher plus fin &

plus délicat, qui nous avertit de loin, & avant le toucher véritable, de l'effet que les objets peuvent produire ſur nos corps, qui nous fait prévoir le bien ou le mal que nous en pouvons attendre.

Mais comment le ſens de la vûe nous fait-il découvrir la grandeur maniable d'un objet? Par trois moyens. 1°. La grandeur viſible. 2°. La confuſion de l'image ou de l'apparence viſible. 3°. La force & la clarté de cette apparence. Plus l'image de l'objet peinte ſur notre rétine eſt grande, plus elle eſt diſtincte, plus enfin elle eſt foible, plus nous jugeons que l'objet eſt grand.

Notre Auteur convient que tout cela n'a point de liaiſon néceſſaire avec la grandeur de l'objet. Selon lui, c'eſt uniquement l'expérience qui nous informe de cette connexion. Ayant vû dès l'enfance que le plus de grandeur maniable eſt toujours joint avec le plus de grandeur viſible, le plus de diſtinction, & le moins de force & de clarté dans l'apparence de l'objet, nous joignons enfin naturellement l'u-

ne avec l'autre ſans pouvoir plus les ſéparer.

Il répond aiſément par-là à cette fameuſe queſtion qui a tant occupé les Philoſophes, pourquoi la Lune à l'horiſon paroit plus grande qu'au Méridien. C'eſt que ſes rayons ayant à traverſer pour venir à nos yeux une plus grande épaiſſeur de l'atmoſphere, quand la Lune eſt à l'horiſon, que quand elle eſt au Méridien, la peinture qui s'en trace au fond de notre œil eſt moins vive, & par conſéquent nous ſommes naturellement portés à juger la Lune plus grande, & d'autant plus grande, que l'air ſera plus épais & plus chargé de vapeurs; ce qui eſt confirmé par l'expérience.

Suivant ces principes, notre Auteur conclut qu'un aveuglé né, quand on lui rendroit la vûe, ne jugeroit pas comme nous de la grandeur maniable des objets par leur grandeur viſible. Dans ſes idées, les objets viſibles ſeroient égaux, qui contiendroient un égal nombre de points viſibles. Son pouce lui paroîtroit auſſi grand que la tour qu'il pourroit cacher à ſa vûe.

La perfection de la vûe conſiſte à ſaiſir le plus grand nombre de points viſibles, & à les voir tous en même-tems avec la plus grande clarté & diſtinction. L'imperfection de la vûe au contraire, eſt de ne voir à la fois qu'un petit nombre de points, & de ne les appercevoir qu'avec obſcurité & confuſion. Le Microſcope, qui amene pour ainſi dire ſous nos yeux un nouveau monde, ne perfectionne cependant la vûe à aucun de ces deux égards : il change ſeulement la ſcene du monde viſible avec cette différence, que la relation des objets vûs à l'œil & des objets maniables nous inſtruit du rapport qu'ils ont avec notre corps, nous apprend s'il faut les rechercher, ou les fuir ; au lieu que la relation qu'il y a entre les objets vûs avec le microſcope & ces mêmes objets maniables, ne peut rien nous apprendre qui nous ſoit auſſi important. Il n'y auroit donc rien à gagner ſi nos yeux étoient changés en microſcopes, ou plutôt il y auroit infiniment à perdre.

Quant à la ſituation des objets, on

demande pourquoi la peinture qui s'en fait au fond de notre œil étant renverſée, nous les voyons debout ? La réponſe ordinaire eſt, que l'ame jugeant du lieu des objets par l'impreſſion qu'ils font ſur l'œil, remonte, pour ainſi dire, juſqu'aux objets, ſuivant la direction des rayons par le moyen deſquels elle les voit. Ainſi elle ſuit la direction des rayons qui agiſſent ſur la partie ſupérieure de l'œil, & comprend qu'ils aboutiſſent à la partie inférieure de l'objet, & juge de même que les rayons qui tracent une image au bas de l'œil, viennent du haut de l'objet.

Notre Auteur rejette cette explication par les mêmes raiſons, qui l'ont ci-deſſus obligé à s'écarter de la route commune : il en appelle à la conſcience d'un chacun, s'il eſt vrai qu'on penſe à la direction des rayons ; qu'on faſſe attention à ce qu'ils ſe croiſent : s'il eſt vrai-ſemblable qu'un idiot, qu'un enfant ait quelqu'idée de tout cela ; outre que cette explication ſuppoſe que les objets viſibles ſont hors de nous, contre ce qu'il prétend avoir démontré.

On

On dit que nous avons par le moyen des ſens de la vûe & du toucher, l'idée de l'étendue abſtraite, & l'on entend par cette idée abſtraite, une idée de l'étendue dépouillée de toutes les qualités ſenſibles, viſibles ou maniables. L'étendue abſtraite n'eſt, dit-on, ni blanche, ni noire, ni d'aucune couleur; ni dure, ni molle, ni fluide; elle n'a aucune qualité, aucune grandeur, aucune figure, aucune borne déterminée.

M. Berkeley prétend que cette explication ſeule de ce qu'on entend par le mot d'étendue abſtraite, ſuffit pour prouver plus clair que le jour, que jamais cette idée n'eſt entrée dans l'eſprit d'aucun homme.

L'on dit communément que l'étendue abſtraite eſt l'objet de la Géométrie; que lorſqu'on démontre, par exemple, quelque propriété du triangle abſtrait, on doit concevoir un triangle abſtrait, qui n'eſt ni rectangle, ni obtuſangle, ni acutangle, ni équilatéral, mais tout cela enſemble.

Il répond, que s'il faut concevoir

un tel triangle, il ne ſera jamais Géometre, puiſqu'il ne trouve pas dans ſon eſprit la faculté de former une telle idée.

Les idées abſtraites & générales du toucher & de la vûe étant ainſi rejettées, reſte à ſçavoir, s'il n'y a point d'idée particuliere commune aux deux ſens. L'Auteur prétend que non, par diverſes raiſons. 1. Quand je range une idée nouvelle ſous une certaine claſſe d'idées ſenſibles, c'eſt qu'elle a quelque rapport, quelque reſſemblance, quelque choſe de commun avec les autres idées que j'ai déja attribuées à un ſens particulier. Or un aveugle né qui recevroit tout d'un coup la faculté de voir, ne trouveroit aucun rapport, rien de commun entre les idées qu'il auroit ſubitement alors, & les idées qu'il avoit auparavant acquiſes par le ſens du toucher. 2. L'objet propre de la vûe eſt la lumiere & les couleurs; or ces objets ne ſe font pas appercevoir au ſens du toucher. 3. Les grandeurs de mêmes eſpeces peuvent s'ajouter enſemble, & former une ſomme. Qu'on eſſaye

donc ſi l'on pourra, même par penſée, ajouter une ligne viſible à une ligne maniable, une ſurface bleuë à une ſurface polie, & l'on apprendra à diſtinguer ces diverſes eſpeces, par l'impoſſibilité que l'imagination trouvera à les joindre.

Que ſi l'on demande pourquoi les objets viſibles & les objets maniables ont dans toutes les langues le même nom, ſi ce ſont dans le fond deux choſes entierement différentes l'une de l'autre; c'eſt, 1°. Parce qu'elles ont entr'elles une relation conſtante, quoiqu'arbitraire. 2°. Parce que les idées viſibles ſont des ſignes & des repréſentations des objets maniables, comme les mots qui ſont des ſignes des choſes, n'ont pas un nom différent des choſes mêmes. 3°. Parce que la conſidération des idées viſibles étant peu intéreſſante, ſi ce n'eſt à cauſe du rapport qu'elles ont avec les objets maniables, on n'a pas jugé néceſſaire de les déſigner par des noms différens.

On objectera encore, qu'une ſphere viſible eſt plus propre qu'un cube viſi-

ble à repréſenter une ſphere maniable, parce qu'elle lui reſſemble davantage : car la circonférence d'une ſphere, tant viſible que maniable, eſt uniforme, au lieu que celle du cube a des angles & des différens côtés les uns des autres. L'Auteur convient qu'un ſphere viſible eſt plus propre qu'un cube à repréſenter une ſphere maniable ; mais il nie qu'avec cela elle lui reſſemble. Il en eſt, dit-il, comme des lettres qui repréſentent les ſons, ſans leur reſſembler. L'aſſemblage des lettres du mot *Colloſſe* eſt plus propre à repréſenter le ſon que forme un François quand il prononce ce mot, que l'aſſemblage des quatre lettres *Nain*, parce qu'il y a autant de lettres dans ce mot *Coloſſe*, que de ſons dans ſa prononciation, & que la même lettre eſt répétée deux fois dans l'un, comme le même ſon deux fois dans l'autre, & dans le même ordre. On ne dira pas cependant que le ſon de ces ſept lettres reſſemble aux ſons qu'il déſignent.

On jugera ſans doute que l'Auteur eſt un de ces génies ſinguliers, qui

cherchent partout l'extraordinaire & le merveilleux ; on découvrira ſans peine dans ſon ſyſtême, les principes & les ſemences du ſyſtême bizarre de l'idéaliſme qu'il a embraſſé. On peut même entrevoir quelle ſuite de réflexions & de conſéquences l'a mené là. D'abord il ne differe des ſentimens ordinaires, que par des façons de parler. Les expreſſions communes lui paroiſſent peu propres ; il en ſubſtitue d'autres, qui lui paroiſſent plus exactes. Puis preſſant la force des termes, il ſe jette dans des propoſitions, qu'on ne lui accordera qu'après des explications favorables : continuant dans le même goût, il s'éloigne toujours de plus en plus, juſqu'à ce qu'il ſe trouve entierement oppoſé aux idées les plus généralement reçûes, & les plus ſaines.

Par M. Berkeley, Bibliotheque Italique, Tome XIII. page 184.

ARTICLE XXVI.

Propriétés ſingulieres d'un Microſcope extraordinaire nouvellement inventé.

DE tous les organes des ſens, il n'y en a point qui nous fourniſſe à moins de frais plus d'idées, que l'organe de la vûe. Par nos autres ſens, les idées n'entrent preſque qu'une à une : il faut des efforts d'imagination & de mémoire pour en conſidérer pluſieurs comme préſentes à la fois, & pour faire ces comparaiſons d'idée à idée, ſans leſquelles il eſt impoſſible de poſſéder ni de perfectionner aucune ſcience ; au lieu que par la vûe, l'eſprit opere avec beaucoup moins de fatigue & plus de ſuccès. Il ſaiſit d'un coup-d'œil des ſyſtêmes entiers d'idées, accompagnés encore d'une grande variété d'idées acceſſoires, qui ſont connoître les relations d'un

objet principal à mille choſes qui l'environnent ; & tout cela, tant que les objets ſubſiſtent, demeure préſent à l'eſprit comme à l'œil, auſſi long-tems qu'il plaît à l'Obſervateur. Par-là l'imagination & la mémoire n'ayant preſque rien à faire, le jugement exerce ſes fonctions avec une entiere liberté, & la raiſon ſe ſatisfait ; de ſorte qu'on peut dire que tout ce qui retrécit ou élargit la ſphere de notre vûe, retrécit ou élargit par cela même la ſphere de notre entendement. Ajoutons que ſi on fait attention à l'infinie diverſité de la nature, on trouvera que nous avons la vûe naturellement très-bornée, puiſqu'on ſçait par expérience qu'il y a un nombre prodigieux d'objets qui échappent à l'œil par leur petiteſſe, & qu'il n'y en a point qui ne puiſſent nous devenir inviſibles par leur éloignement.

Pour reculer les bornes de notre vûe, & donner ainſi un champ plus vaſte à l'exercice de notre eſprit, l'invention des Téleſcopes a été d'un grand ſecours, & les Microſcopes ont eu à leur maniere le même uſage. On

a porté les uns & les autres à un tel dégré de perfection, que nous voyons à préſent des objets 600 fois plus éloignés, & des objets mille fois plus petits, que les plus petits & les plus éloignés qui puſſent être autrefois apperçûs par l'œi le plus perçant de l'antiquité. Mais quand on ne fait ces inſtrumens qu'imparfaitement, comme cela s'eſt conſtamment pratiqué juſqu'à M. Newton pour les téleſcopes, & juſqu'à l'année 1736 pour les microſcopes, les uns & les autres ſont ſujets à de tels inconvéniens, (vû la différente réfrangibilité des rayons) qu'afin de les rendre propres à produire l'effet que nous venons de dire, il faut prendre pour les premiers des ſegmens de ſpheres extrêmement grandes, & pour les ſeconds des ſpheres extrêmement petites; ce qui fait naître de nouveaux inconvéniens.

A l'égard des inconvéniens attachés aux téleſcopes dioptriques, l'on ſçait que l'on y a remédié par les téleſcopes à réflexion, dont on doit à M. Newton la premiere idée. Mais à l'égard des microſcopes, il ne ſera pas hors de

propos de remarquer au moins, que l'extrême petiteſſe qui eſt requiſe dans le verre objectif, par la raiſon que nous avons indiquée, obligeant d'approcher l'objet fort près du verre, il s'enſuit de-là,

1°. Que l'objet ſe trouvant obſcurci par l'inſtrument, il n'eſt preſque plus viſible que par la lumiere à laquelle il donne lui-même paſſage; & que ce qui devroit l'éclairer eſt plutôt éclipſé par lui, qu'il n'eſt éclairé par elle.

2°. Que par la même raiſon, lorſque l'objet eſt trop diaphane, on ne le diſcerne que très-imparfaitement; & lorſqu'il eſt opaque, on ne le voit point du tout: on ſe trouve borné par conſéquent à un certain ordre d'objets.

3°. Qu'il faut encore que l'objet, pour pouvoir être mis dans l'inſtrument, ſoit très-petit; de ſorte que ſi on veut obſerver les parties d'un corps un peu volumineux, on eſt réduit à commencer par les détacher de leur tout; ce qui fait beaucoup de peine dans la diſſection des cadavres, & qui dans la diſſection des animaux vi-

vans, eſt abſolument incompatible avec le but des Anatomiſtes.

Comme ces divers inconvéniens réſultent de la petiteſſe du verre objectif, & que la néceſſité de l'avoir ſi petit eſt uniquement fondée ſur la *dioptricité* de ce même verre, il ſemble que naturellement on auroit dû penſer depuis long-tems aux moyens d'employer pour objectif un verre concave, capable de réfléchir une image vive & nette de l'objet vers l'oculaire, & de faire ainſi un microſcrope à réflexion. Auſſi voyons-nous que l'idée d'un pareil microſcope n'avoit pas tout à fait échappé à la pénétration de M. Newton; au moins paroit-il par les Mémoires dont il parle dans la Préface de la premiere Edition de ſon Optique, » qu'il avoit quelquefois » ſongé à faire un microſcope, qui au » lieu d'un verre objectif, auroit un » miroir concave de métal. Car les » microſcopes, diſoit-il, ſemblent » être auſſi propres que les téleſcopes » à recevoir un nouveau dégré de » perfection. Peut-être même y ſont-» ils encore plus propres, puiſqu'il n'y

» faudroit, ajoutoit-il, qu'un ſeul mi-
» roir concave de métal, comme on
» peut voir par la figure ci-jointe,
» où AB repréſente le miroir objec-
» tif, CD un verre oculaire, F leur
» foyer commun, & O l'autre foyer
» du miroir où l'on placera l'objet.

Mais pour peu qu'on y faſſe attention, on s'appercevra bientôt qu'un inſtrument conforme à cette idée ſeroit encore fort éloigné de ſuppléer à tous les défauts des microſcopes ordinaires.

1°. L'image de l'objet réfléchie du miroir AB au foyer F, ne pourroit l'y repréſenter vivement & nettement, qu'à proportion que l'objet lui-même ſeroit bien éclairé. Or il ne pourroit l'être ici que de biais, par la lumiere qui paſſeroit dans l'eſpace laiſſé entre lui & le miroir; & par conſéquent on auroit toujours à ſe plaindre que l'inſtrument empêche l'objet d'être bien expoſé à la lumiere.

2°. Quoique l'on pût à l'aide d'un pareil microſcope obſerver des objets plus diaphanes, & des objets plus opaques que ceux qui ſont obſervés par

les microſcopes ordinaires, il reſteroit toujours un nombre conſidérable d'objets viſibles à l'obſervation deſquels ce microſcope ſeroit inutile, c'eſt-à-dire, tous ceux qui par leur fluidité ne ſçauroient être fixés au foyer O, ſoit ſur la pointe d'une aiguille, ſoit ſur le revers d'une petite plaque enduite de quelque matiere gluante, ſoit par une petite pincette, qu'il faut ſuppoſer ici au bout d'une eſpece de branche, qui partant des bouts du miroir, viendroit aboutir en forme d'aiguille, ou de plaque, ou de pincette, au foyer marqué pour y aſſujettir l'objet.

M. Newton étoit en beau chemin; mais il s'y eſt arrêté, ſéduit peut-être par cette idée (qui paroît lui avoir plû) qu'un microſcope à réflexion ne devoit avoir beſoin que d'un ſeul miroir, au lieu que réellement il en falloit deux, comme on le verra tout à l'heure. On pouvoit aller plus avant que lui; mais perſonne juſqu'à préſent ne l'avoit fait. L'honneur en étoit réſervé à M. Barker, qui depuis quelques années a communiqué ſa découverte

à l'Académie Royale de Londres, dont il eſt membre. Voici ce que c'eſt.

Soit A l'objet qu'on veut voir groſſi, ſoit BB un miroir concave de métal, & D un autre miroir plus petit, dont la concavité ſoit oppoſée à celle du grand miroir BB : ſoit E une ouverture pratiquée au milieu de ce même miroir, & F une lentille plate convexe placée au-deſſus de l'ouverture; ſoit enfin la lentille H le verre oculaire.

Les rayons de lumiere qui partiront de l'objet A, ſeront réfléchis par le grand miroir BB au foyer CC, où ils donneront une image renverſée de l'objet; & là les rayons ſe croiſant, ils iront en divergeant tomber ſur le petit miroir D, d'où ils ſeront réfléchis preſque paralleles par l'ouverture E du grand miroir juſqu'à la ſurface plane de la lentille F, par laquelle lentille ils paſſeront en ſe rompant, & de laquelle ils viendront en convergeant de nouveau former en G une ſeconde image, qui étant l'image renverſée de CC, ſera par conſéquent

l'image redreſſée de l'objet A ; & cette derniere image ſera groſſie par la lentille H, tout comme un microſcope ordinaire groſſiroit l'objet même, en ſuppoſant l'objet auſſi près de l'œil, que l'eſt ici l'image ; de ſorte que l'image tiendra lieu de l'objet, & l'objet ſera obſervé dans ſon image, non-ſeulement à une diſtance conſidérable de lui-même, mais encore à une diſtance conſidérable de l'inſtrument, ou du tuyau qui contiendra les différens verres & miroirs, dont l'inſtrument doit être compoſé. M. Barker compte que cette diſtance pourra être de huit pouces, de dix, & même d'un pied. Or tout cela poſé, il eſt évident,

En premier lieu, que l'objet pourra être expoſé à tel jour & à tel dégré de lumiere qu'il plaira à l'Obſervateur.

En ſecond lieu, que rien n'empêchera qu'on ne faſſe des obſervations ſur toutes ſortes d'objets viſibles : ſur les plus diaphanes, parce qu'étant vûs par la lumiere réfléchie de leurs ſurfaces, ils ſeront vûs diſtinctement ; ſur les plus opaques, parce qu'ils recevront & renverront librement la

lumiere; ſur les plus fluides, parce que demeurant hors du microſcope, & le microſcope étant mobile, on pourra les placer de la maniere qui leur conviendra le mieux, ou les prendre dans la place où ils ſe ſeront arrêtés d'eux-mêmes.

En troiſiéme lieu, que par la même raiſon la néceſſité ne ſubſiſtant plus de détacher les parties de leur tout, lorſque le tout eſt d'une certaine grandeur, on pourra obſerver la liaiſon même des parties, les conſidérer dans leur union, & voir diſtinctement dans les animaux qu'on ouvrira vivans le mouvement du ſang, &c.

Par M. Barker, Biblotheque Britannique, Tome VII. page 428.

ARTICLE XXVII.

Explication de divers Phénomenes qui regardent les Miroirs ; conſtruction d'un nouveau Miroir ; explication de ſes propriétés ; nouvelles obſervations ſur la multiplication des Images vûes dans un Miroir.

PArmi un très-grand nombre de belles propriétés des miroirs, il y en a d'aſſez difficiles à expliquer ; celles que nous allons examiner ſont de ce nombre.

On demande premierement, d'où vient qu'on apperçoit au moins trois images d'une bougie allumée, lorſqu'on la regarde obliquement dans un miroir de verre plan.

Pour comprendre la raiſon de ce phénomene, il faut obſerver qu'il y a de trois ſortes de ſuperficies qui réfléchiſſent les rayons de lumiere ; ſçavoir,

voir, la ſurface antérieure de la glace du miroir, celle qui eſt compoſée de vif-argent & d'étain, & les ſurfaces de l'air qui ſe trouve dans les pores de ce mélange. Cela ſuppoſé, il faut donc conſidérer ces trois ſurfaces comme trois plans qui réfléchiſſent la lumiere juſques dans nos yeux, avec cette circonſtance, que l'image la plus vive eſt toujours celle qui eſt produite par les rayons de lumiere qui viennent dans l'œil, en ſe réfléchiſſant de la ſuperficie du corps compoſé du vif-argent & de l'étain : celle qui eſt vûe par la réfléxion de la ſurface antérieure de la glace eſt plus foible ; & celle qui ſe fait ſentir par la lumiere qui vient de la ſurface de l'air, l'eſt encore davantage.

On peut facilement prouver ces choſes par des raiſonnemens & des expériences inconteſtables. Que ce ſoit la ſurface du vif-argent qui cauſe la principale & la plus forte ſenſation d'une bougie allumée vûe dans un miroir de verre plan, on le prouve, 1°. En conſidérant que cette matiere étant beaucoup plus peſante que celle du verre, ſes parties doivent être plus

ſerrées, & réfléchir par conſéquent plus de rayons de lumiere que la ſurface de la glace, & à plus forte raiſon, que celle de l'air ſubtil qui ſe trouve dans les pores du vif-argent & de l'étain.

Secondement, un verre plan convexe repréſente de nuit la flamme d'une bougie allumée beaucoup plus groſſe qu'elle n'eſt vûe de nos yeux, lorſque ce verre eſt étamé du côté convexe, à cauſe que le vif-argent fait ici le même effet que la concavité d'un miroir d'acier.

Troiſiémement, la même choſe ſe prouve encore par le moyen d'un verre plan concave, puiſqu'il fait voir l'objet plus petit, étant étamé du coté concave, à cauſe que le vif-argent fait l'office du miroir d'acier concave.

L'oculaire également convexe des deux côtés, qui n'eſt point étamé, prouve que l'air qui le touche immédiatement par derriere, cauſe une ſenſation de l'apparence de l'objet, puiſqu'il fait voir deux repréſentations d'une bougie allumée, l'une petite, produite par ſa ſurface antérieure, & l'autre plus groſſe, repréſentée par la

ſurface concave de l'air, qui touche ſa ſuperficie poſtérieure.

Le verre plan des deux côtés, lorſqu'il n'eſt point étamé, fait voir la nuit deux images d'égale grandeur en la préſence d'une ſeule bougie allumée, l'une produite par ſa ſurface antérieure, & l'autre par l'air qui touche immédiatement ſa poſtérieure.

C'eſt donc une choſe conſtante ſuivant les expériences précedentes, que les miroirs de verre étamés qui ſont plans des deux côtés, doivent repréſenter trois images en la préſence d'une bougie allumée, ſi on y regarde un peu obliquement. Nous diſons un peu obliquement: car ſi on regarde la repréſentation de la bougie par une ligne trop oblique à la ſuperficie de certains miroirs, on l'y pourra voir repréſentée juſqu'à ſept différentes fois; ce qu'on ne peut expliquer que par les diverſes inégalités d'élévations, & les différens enfoncemens qui ſe trouvent aux ſurfaces de ces glaces: de quoi l'on peut s'aſſûrer par l'obſervation qui ſe pratique dans les Manufactures des glaces, touchant la maniere dont les Ouvriers s'y prennent pour les

polir, & par l'examen de pluſieurs verres communs qui ſe trouvent chez les Vitriers.

Il arrive ſouvent qu'on ne voit dans un miroir ordinaire de verre, qu'une ſeule repréſentation d'une bougie allumée. Quand cela arrive, il faut qu'on l'y regarde perpendiculairement à la ſurface du miroir : car comme dans cette ſituation toutes les apparences des bougies ſe trouvent dans une même ligne, l'on n'en doit obſerver qu'une ſeule, laquelle doit néceſſairement cacher les autres.

Il n'en n'eſt pas de même des miroirs d'acier : car comme la lumiere ne pénetre pas leur ſurface, ainſi ne doit-il arriver dans l'oeil que des rayons réfléchis par la ſuperficie qui les reçoit, & par conſéquent ne repréſenter qu'une ſeule image de l'objet.

Il eſt très-facile, après ce qu'on vient de dire, de deviner la maniere de préparer une glace de miroir, ou de verre ou d'acier, pour lui faire repréſenter un nombre de fois déterminé l'image d'une bougie ; ce qu'on n'a point encore vû juſqu'à préſent.

Puiſqu'un miroir plan ordinaire re-

préſente trois bougies allumées en la préſence d'une ſeule, pourquoi ce même miroir ne nous fait-il pas voir trois images de nous-mêmes ?

Nous avons déjà fait comprendre que l'apparence des trois bougies allumées, qu'on apperçoit dans un miroir de verre plan, ſuppoſe qu'on ſoit ſitué à côté de ce miroir afin qu'on les y voye obliquement, & qu'ainſi une des repréſentations ne puiſſe cacher les deux autres. C'eſt pourquoi ne pouvant nous voir dans ces miroirs qu'en nous y regardant perpendiculairement, il s'enſuit qu'une image en peut cacher autant qu'il s'en trouve derriere elle ; c'eſt pourquoi nous ne pouvons nous y voir qu'une ſeule fois.

Il reſte maintenant à prouver, que la ſurface antérieure de la glace de miroir, doit cauſer une ſenſation de l'image de l'objet beaucoup plus foible, que celle qui eſt repréſentée par la ſurface du vif-argent, & qu'ordinairement la ſenſation de l'image, qui eſt vûe par la ſuperficie de l'air qui eſt dans les pores du vif-argent & de l'étain, eſt encore plus foible que celle-ci.

Comme le verre eſt plus poreux que le Mercure, il doit recevoir plus de lumiere dans ſes pores, & par conſéquent en réflechir moins que le Mercure; d'où il ſuit que l'image produite par ce peu de rayons réfléchis doit être plus foible, que celle qui l'eſt par la ſurface du vif-argent. Et parce que l'air a encore plus de pores que le verre, il doit auſſi moins réfléchir de lumiere; d'où il ſuit néceſſairement, que l'image de l'objet qui eſt vûe par le moyen des rayons de lumiere qui viennent de la ſurface de l'air, doit être moins vive que celle qui ſe fait ſentir par celle du miroir, comme l'expérience le confirme.

Conſtruire un miroir d'une ſeule glace de verre, repréſentant 10 ou 12 images d'un ſeul objet placé vis-à-vis le milieu de la ſurface plane extérieure.

Pour le faire, prenez une glace de verre aſſez épaiſſe, pour y faire d'un côté ſeulement autant de facettes qu'on voudra voir de repréſentations différentes: étamant toutes ces diverſes facettes, qui ſont un peu inclinées l'une à l'égard de l'autre, on aura ce qu'on demande.

Si on doutoit de ce qu'on vient de dire, on le pourroit prouver par une belle expérience qui eſt facile à pratiquer. Prenez pour cet effet quatre morceaux de verre blanc étamés, chacun d'environ huit pouces de longueur & trois de largeur; élevez-les enſuite ſur autant de lignes droites, chacune de trois pouces de longueur, formant entr'elles des angles plans très-obtus, comme de 175 dégrés. Après cela vous aurez la ſatisfaction de pouvoir pratiquer ce que nous avons dit de la ſeule glace, préparée avec des facettes étamées.

Voici la maniere de conſtruire un nouveau miroir, dont les propriétés paroîtront ſingulieres.

Si ſur l'une des ſurfaces d'une glace d'un pied de longueur, & d'environ neuf pouces de hauteur, on fait faire ſept pans, ou ſept facettes égales entr'elles, formant chacune la figure d'un carré long, dont le plus grand côté ſoit de huit ou neuf pouces de hauteur, & d'environ vingt lignes de largeur, & qu'on faſſe étamer la glace du côté des facettes, qui doivent faire entr'elles des angles très-obtus,

comme de 170 ou environ, l'on aura un miroir dont voici les principales propriétés.

1°. Si on couvre de quelques corps opaques toutes les facettes de ces miroirs, à la réſerve de celle du milieu, on y verra ſa repréſentation de-même qu'on la verroit dans un miroir ordinaire. Ce qui montre combien l'on ſe trompe ordinairement, lorſqu'on croit que la largeur de notre repréſentation meſurée ſur la ſurface des miroirs plans, eſt égale à la largeur de notre viſage.

2°. Si l'on regarde de près dans la facette du milieu de ce miroir (qu'on ſuppoſe maintenant tout découvert, & ayant ſa longueur parallele à l'horiſon) le viſage y paroîtra beaucoup plus large & plus racourci qu'il ne paroît dans les miroirs ordinaires; & même il y a une diſtance médiocre, laquelle étant bien obſervée, on ſe croit voir dans la facette du milieu ayant quatre yeux, quoiqu'on ne remarque qu'un nez, une bouche & un menton.

3°. Mais ſi on s'éloigne de ce miroir, les images y ſeront vûes autant de

de fois qu'il y a de facettes, en conservant dans les yeux & dans toutes les autres parties du visage une situation naturelle ; ce qui n'arrive pas lorsqu'on tourne le miroir de façon, que sa diagonale se trouve perpendiculaire à l'horison : car alors les yeux d'un même visage s'y voyent placés obliquement.

4°. Maintenant si l'on donne à ce miroir une situation qui fasse que ses plus longs côtés soient à peu près perpendiculaires à l'horison, le visage y semblera allongé & rétreci ; & quand on s'y regardera de près, on n'y remarquera que deux yeux, un nez & une bouche ; mais à mesure qu'on s'éloigne de ce miroir, les yeux, les nez, les bouches, les mentons s'y verront multipliés d'une quantité proportionnée à celle des facettes du miroir.

Si on s'éloigne d'une chandelle allumée d'environ cinq ou six pieds, en regardant cette chandelle dans le miroir & fort obliquement par rapport à sa surface, on l'y verra représentée un grand nombre de fois.

Voici encore de nouvelles observations sur la multiplication des images.

que l'on apperçoit en regardant une bougie allumée dans des glaces de verre, qui ne ſont point étamées.

1°. Si on reçoit fort obliquement les rayons de la lumiere d'une bougie allumée, qui ſe réfléchiſſent à la rencontre d'une glace de miroir qui n'eſt point étamé, on la verra juſqu'à 5 ou 7 fois, & ces images changeront de ſituation en changeant celle de la glace ou de l'œil; ce qui vient des diverſes inégalités d'élévation qui ſont aux ſurfaces de cette glace.

2°. Si on met deux de ces glaces l'une ſur l'autre, enſorte quelles ſe touchent, & qu'on y regarde, comme on vient de le dire, une bougie allumée, les repréſentations s'y multiplient encore plus que dans l'expérience précédente.

3°. Si entre ces deux glaces, & vers les deux extrémités qui ſe touchent, on inſere quelque corps de trois ou quatre lignes d'épaiſſeur & de moins de largeur, afin qu'il couvre peu d'étendue de ces glaces, & qu'il leur faſſe faire un angle fort aigu, les repréſentations, ou les images de la flamme de la bougie, ſeront plus belles, plus

diſtinctes, plus ſéparées, & en plus grand nombre qu'auparavant; & la diſtance d'entre leurs apparences ſe fera voir d'autant plus grande, que l'angle aigu que formeront ces glaces, ſera grand juſqu'à certain point.

4°. Si on emploie plus de glaces dans cette expérience, on verra plus de repréſentations de la bougie allumée; ce qui doit néceſſairement arriver, à cauſe du plus grand nombre des réflexions & des réfractions des rayons de lumiere pouſſés par la flamme de cette bougie, leſquels ſe réfléchiſſent à la rencontre des diverſes ſurfaces de ces glaces, & de celles de l'air qui ſe trouvent entr'elles.

D'où il ſuit néceſſairement, que plus on employera de glaces, moins les images de la bougie, cauſées par les glaces les plus éloignées de l'œil, ſeront ſenſibles.

5°. Si on s'éloigne d'environ dix ou douze pieds d'une bougie allumée, en préſentant à ſa flamme le milieu de l'ouverture d'un angle aigu, que l'on fera faire à deux glaces de miroir, on verra environ 35 ou 40 repréſentations aſſez diſtinctes ou ſéparées les

unes des autres, en les regardant au travers de ces glaces ; ce qui ſe fait en plaçant l'œil à peu de diſtance du ſommet de l'angle aigu qu'elles forment.

Si la ſurface poſtérieure d'une glace de miroir avoit le pouvoir de réflechir la lumiere vers nos yeux, comme quelques-uns le prétendent, il y auroit-là aſſez de parties ſolides du verre qui l'empêcheroient de paſſer outre ; & s'il y en avoit-là ſuffiſamment pour cauſer une apparence aſſez ſenſible de l'objet, il devroit y en avoir ſuffiſamment en divers endroits de l'épaiſſeur de la glace, & par conſéquent on devroit voir d'autant plus de repréſentations, que la glace auroit plus d'épaiſſeur ; ce qui cependant ne s'obſerve pas.

De plus, ſi c'étoit la ſurface poſtérieure de la glace qui cauſât la réflexion de la lumiere, qui nous fait ſentir l'image la moins ſenſible qu'on apperçoit dans le miroir dont on parle, une glace de verre adoucie d'un côté & polie de l'autre, étant préſentée obliquement par le côté poli à la flamme d'une bougie, elle la feroit voir plus d'une fois, puiſque la lumiere ne

la traverſeroit pas, comme elle la traverſe, lorſqu'elle eſt polie des deux côtés; ce qui n'arrive pas.

Sur quoi il faut remarquer, que quand nous parlons ici d'une glace de miroir adoucie, nous ſuppoſons qu'elle ne l'eſt qu'autant qu'on les adoucit ordinairement dans les Manufactures des glaces pour les y polir; autrement il y auroit quelque choſe à changer dans ce qu'on vient de dire.

Mémoires de Trévoux, Octobre 1702. page 267. Juillet 1703. page 1031.

Fin du Tome Second.

608709

TABLE

Des Articles contenus dans ce ſecond Volume.

SUITE DE LA PHYSIQUE GENERALE.

ARTICLE LXII.

SUr les étincelles produites par le choc de l'acier contre un caillou, page 1

ARTICLE LXIII.

Sur l'embraſement des corps combuſtibles, ſur la flamme & ſur la fumée, ſur les lampes perpétuelles, ſur l'extinction du feu, ſur les cendres & ſur les eaux fortes, 17

ARTICLE LXIV.

Obſervations ſur la méchanique du feu, ou l'art d'en augmenter les effets, & d'en diminuer la dépenſe, 29

ARTICLE LXV.

Obſervations ſur les effets de la poudre à canon, principalement dans les mines, 41

ARTICLE LXVI.

Explication phyſique de la force de la poudre à canon, 47

ARTICLE LXVII.

Sur les fuſées volantes, 53

ARTICLE LXVIII.

Conjectures sur les causes qui mettent en si peu de tems les piéces d'Artillerie hors d'état de servir, & sur les moyens d'en augmenter considérablement la durée, 59

PHYSIQUE PARTICULIERE.

ARTICLE PREMIER.

Quelques observations générales sur les météores, 71

ARTICLE II.

Dissertation sur le feu Boréal, 83

ARTICLE III.

Sur la cause & la nature du tonnerre & des éclairs, 91

ARTICLE IV.

Explication de divers Phénomenes, ou effets singuliers de l'eau & des exhalaisons, 106

ARTICLE V.

Dissertation physique sur la nature des exhalaisons & des vapeurs, sur la formation des brouillards, de la pluie, de la grêle, de la neige & du serein, 114

ARTICLE VI.

Observations physiques sur l'évaporation des eaux, & la matiere des nuages & de la neige, de la pluie, des brouillards & de la grêle, 125

ARTICLE VII.

Sur la cause de la suspension des vapeurs dans l'air, 144

ARTICLE VIII.

Sur la quantité de vapeurs que la chaleur du Soleil fait élever de la mer, 152

ARTICLE IX.

Observations sur les différentes causes des vents, 161

ARTICLE X.

Essai sur la cause des vents alisés, 172

ARTICLE XI.

Dissertation sur les causes physiques des tremblemens de terre, 178

ARTICLE XII.

Sur les causes, les prognostics & les différentes sortes de tremblemens de terre, 195

ARTICLE XIII.

Conjectures sur la cause physique des débordemens du Nil, 200

ARTICLE XIV.

Dissertation sur la cause du flux & du reflux de l'Euripe, 206

ARTICLE XV.

Sur les seiches, ou le flux & le reflux du Lac de Geneve, 216

ARTICLE XVI.

Dissertation sur les changemens de tems, & sur la maniere d'en chercher la véritable cause, avec des observations sur les changemens du Barometre & sur les météores, 224

ARTICLE XVII.

Sur la cause générale du froid de l'Hiver & de la chaleur de l'Eté, 233

Froid produit par le sel Ammoniac, 239

ARTICLE XVIII.

Observations & expériences sur la rosée, 246

ARTICLE XIX.

Dissertation sur la formation, la nature, & les effets de la glace, 261

ARTICLE XX.

Observations expérimentales sur la formation de la glace, 273

ARTICLE XXI.

Explication physique des divers phénomenes de la glace, 285

ARTICLE XXII.

Sur la formation de la glace dans les grandes Rivieres, 314

Maniere de conserver la glace & la neige, par M. W. Ball. 326

ARTICLE XXIII.

Eclaircissemens sur les congélations artificielles, 328

ARTICLE XXIV.

Observations physiques sur la nature, l'usage & les propriétés des cinq sens, 335

ARTICLE XXV.

Exposition d'un système singulier sur la vision, 346

ARTICLE XXVI.

Propriétés singulieres d'un Microscope extraordinaire nouvellement inventé, 366

ARTICLE XXVII.

Explication de divers phénomenes qui regardent

les miroirs ; conſtruction d'un nouveau mi-roir, explication de ſes proprietés ; nouvelle obſervations ſur la multiplication des images vûes dans un miroir, 37

Fin des Articles contenus dans ce ſecond Volume.